

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. med. W. Wild

Konservierende Abteilung, Leiter: Prof. Dr. med. W. Hess

Vergleichende experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Citronellol und Calxyl auf lebende Pulpen

Klinische und histologische Untersuchungen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
medizinischen Fakultät der Universität Zürich

Vorgelegt von

HEINZ BÄCHTOLD

von Schleithem (Kt. Schaffhausen)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. W. Hess

Zürich 1949

JOHANN AMBROSIUS BARTH / LEIPZIG



Die Arbeit ist erschienen in
Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
mit Zentralblatt für die gesamte Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Band 12 (1949) Heft 1-3 (G. N. 453)

Druck: (M 109) B. G. Teubner, Leipzig - Z 7469 - F 2009

Printed in Germany

**Meinen lieben Eltern
und meiner Frau gewidmet**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507221_0022

I. Einleitung

Viele Wurzelbehandlungsmethoden und ebenso viele Medikamente wurden im Laufe der Jahre in der konservierenden Zahnheilkunde mit mehr oder weniger gutem Erfolg angewendet und ausprobiert. Ihre wissenschaftliche Nachprüfung erforderte jahrelange, experimentelle, klinische und histologische Untersuchungen, bis sich die brauchbarsten und den besten Erfolg versprechenden Methoden und Mittel herauskristallisierten. Einerseits durch zu häufige Mißerfolge, andererseits durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse, wie die Anatomie und Kompliziertheit der Wurzelkanäle (Preiswerk, Hess), angespornt, wurden neue Wege in der Pulpa- und Wurzelbehandlung gesucht und gefunden.

Die Resultate dieser Untersuchungen zeigten, daß die von Peckert und Rebel 1922 aufgestellte Behauptung, daß jede freigelegte Pulpa, ob erkrankt oder nicht, ein verlorenes Organ sei, nicht aufrechterhalten werden kann. Durch die erfolgreichen Untersuchungen von Davis, Fischer, Hellner, Feldmann, Neuwirth u. a. wurde dieses Rebelsche Dogma klar widerlegt und gezeigt, daß die Pulpa hohe reparative und regenerative Fähigkeiten besitzt. Somit besteht die Möglichkeit, mit geeigneten Behandlungsmethoden und -mitteln, richtige Diagnose vorausgesetzt, die verletzte Pulpa am Leben zu erhalten. Durch die direkte Überkappung und Vitalamputation der Pulpa wurde die früher allzu häufig ausgeübte Pulpadevitalisation eingeschränkt. Die biologisch wirkenden Mittel befähigen die verletzte Pulpa zur Bildung einer Hartsubstanzbarriere, welche das normale Weiterleben der Pulpa gewährleistet und sie vor weiteren Schädigungen schützt.

Die Wurzelbehandlung ohne Nekrotisierung der Pulpa, sei es durch die Überkappung oder Vitalamputation, hat heute dank ihrer ausgezeichneten Erfolge, welche durch wissenschaftliche Nachprüfung vielfach erhärtet wurden, allgemein Anklang gefunden. Heute dürfen wir ruhig behaupten, daß sich diese beiden Behandlungsmethoden bewährt und daher eine nicht zu unterschätzende Bedeutung in der konservierenden Zahnbehandlung bei richtiger Indikationsstellung und Technik erworben haben. Der Erfolg dieser biologischen Wurzelbehandlungsmethoden ist darin zu sehen, daß die Pulpa am Leben bleibt, ihre regenerativen und reparativen Fähigkeiten beibehält und eine Restitutio ad integrum ermöglicht. In mancher Hinsicht ist also die Vitalerhaltung der Pulpa erstrebenswert, und die vitale Pulpa besitzt nicht zu unterschätzende Vorteile gegenüber der devitalisierten Pulpa.

Die lebende, leistungsfähige Pulpa verhindert durch ihre Reizdentinbildung eine frühzeitige Zerstörung des Zahnmarkes und damit, bei tiefdringender Karies des ganzen Zahnes. Beginnende pulpitisches Schmerzen sind für die meisten Menschen der Anlaß, sich untersuchen und behandeln zu lassen, bevor größere Schäden

mit all ihren verschiedenen Folgezuständen entstehen. Die vitale und gesunde Pulpa verhindert eine Infektion des Wurzelkanales mit ihren Komplikationen und hilft dadurch der Fokalinfectionsgefahr vorzubeugen. Eine Verfärbung des Zahnes wird vermieden und die normale Transparenz erhalten; auch die Bruchfestigkeit von Schmelz und Dentin ist bei lebender Pulpa größer als bei wurzelbehandelten Zähnen.

1940 schreibt Greth in seiner Arbeit „Über Fortschritte in der Methode der Pulpabehandlung“ folgendes:

„... Die Frage der totalen oder teilweisen Pulpaerhaltung ist daher nicht nur für das Gebiet der konservierenden Zahnheilkunde, sondern darüber hinaus für die gesamte Zahnheilkunde und überhaupt die Allgemeinmedizin, im Hinblick auf das Problem der fokalen Infektion, von nicht zu unterschätzender Bedeutung.“

Die vornehmste Aufgabe der konservierenden Zahnbehandlung sollte nach wie vor die Lebenderhaltung der Pulpa sein, sofern sich diese irgendwie durchführen läßt.

Die folgende Arbeit bringt eine Gegenüberstellung von klinischen und pathologisch-histologischen Untersuchungsergebnissen einer größeren Zahl von Zähnen, deren Pulpen teils mit Citronellol, teils mit Calxyl überkapt wurden.

Zunächst soll ein historischer Überblick über die Anfänge, die Entwicklung und den heutigen Stand der Überkappungen von vitalen Pulpen gegeben werden.

II. Geschichtlicher Teil

Die ersten Versuche für die Erhaltung der freigelegten Pulpa wurden schon Mitte des 18. Jahrhunderts unternommen. Pfaff schildert als erster in seiner Abhandlung von den Zähnen den Vorgang einer direkten Überkappung einer eröffneten Pulpa. Als einzige Ursache für den Untergang der offenen Pulpa sieht er den Druck auf das empfindliche Gewebe an und versucht ihn fernzuhalten, indem er ein konkav gestanztes Goldblech auf die Perforationsstelle und darüber die definitive Füllung legt.

Eine andere Behandlungsart wird von Koeker beschrieben, der die Oberfläche der Pulpa zuerst mit einem glühenden Draht verschorft und darüber eine Goldkappe als Schutz anbringt. Die verschiedensten Metalle, wie Gold, Silber und Blei, wurden als Abdeckungsmittel verwendet, aber immer wurde die eröffnete Pulpa darunter ohne jegliches Medikament sich selbst überlassen. Durch die schlechten Erfahrungen mit diesen Pulpaerhaltungsmethoden, schritt man wieder zur Devitalisation oder Extraktion der pulpenkranken Zähne. Nach F. Hofmann war dies die vorantiseptische oder empirische Zeitepoche. Blieb der Zahn nach der Behandlung klinisch ruhig, so wurde sie als erfolgreich angesehen, obgleich alle diese Pulpen nach kürzerer Zeit abstarben.

Aber schon damals wurde von Albrecht und anderen Forschern (King, Brown) die Ersatzdentinbildung der geritzten Pulpa als das beste Schutzmittel angesehen.

Albrecht versucht die Ersatzdentinbildung mit narkotischen und kaustischen Mitteln (Kreosot, Opiaten, Eugenol) zu beschleunigen.

Nachdem die Listerschen Lehren von der Antisepsis in der Allgemeinmedizin überwältigende Erfolge zu verzeichnen hatten, wurde versucht, die Ideen Listers ebenfalls in der konservierenden Zahnheilkunde anzuwenden.

In der Folge wurden stark ätzende Überkappungsmittel, wie Karbolsäure, Zinkchlorid, Kreosot, von J. Taft 1859 und Keepe verwendet, aber die Mißerfolge ließen nicht lange auf sich warten. Schon damals richtete Taft seine Aufmerksamkeit auf den Allgemeinzustand des Patienten, Mundverhältnisse, auf die Dauer der Freilegung und auf die Pulpa selbst. Diese Forderungen sind auch heute noch von großer Bedeutung für eine erfolgreiche Überkappung.

Aber schon während dieser Zeitperiode treten verschiedene Forscher (Brown, Kingsbury, King, Fletscher, Francis) gegen die Anwendung hochkonzentrierter und stark ätzender Antiseptika, die meist unbefriedigende Ergebnisse erzeugten, auf.

King verlangt 1871 von einem Überkappungsmittel:

1. keine Irritation der Pulpa,
2. keine zersetzende Wirkung auf dieselbe,
3. ohne Druck anwendbar und nicht wärmeleitend.

Er selbst verwendet dennoch Zinkoxyd + 20%iger Karbolsäure in der Meinung, eine nicht ätzende Paste zu gebrauchen.

Eigentlicher Begründer der antiseptischen Behandlung der Pulpakrankheiten ist ohne Zweifel Adolf Witzel 1874. Sein Hauptaugenmerk richtet er auf die Abtötung der Bakterien mittels stark ätzender Desinfizientien, ohne die eventuelle Schädigung des Pulpagewebes zu berücksichtigen. Später lehnt er selbst die Verwendung starker Ätzmittel ab, da fast alle auf diese Weise behandelten Zähne Mißerfolge ergaben, und er wurde zu einem absoluten Gegner der Überkappung entzündeter Pulpen.

Immer wieder wurden andere, mildere Medikamente für die Überkappung versucht, und so verwendeten Miller, Fischer u.a. als Überdeckungsmittel Fletschers Artificial Dentin nach vorausgegangener Desinfektion der Wunde mit Karbolsäure, Sublimat oder Nelkenöl.

W. J. Miller überkappt nur frisch freigelegte hyperämische und leicht schmerzende Pulpen. Er fordert größte Reinlichkeit und antiseptisches Vorgehen.

1896 verwendet Abraham Formagen, ein formalinhaltiges Präparat, aber alle Pulpen wurden durch dieses Mittel vernichtet.

Neue Ratschläge gibt Arkövy 1899 heraus, jeder Fall bedarf einer genauen Diagnose, und er studiert die Heilungsvorgänge der überdeckten Pulpa. Von den Überdeckungsmitteln verlangt er Schonung des lebenden Gewebes, aber gegenüber den Bakterien Schonungslosigkeit. Gleicher Meinung sind Hentze, O. Römer, Gysi, der speziell auf selbst beobachtete Fälle mit vollkommener Ausheilung hinweisen kann.

Angaben über die Größe der Erfolge finden wir zum ersten Mal bei Boenneken. Die Mißerfolge betragen bei ihm bei gesunden Pulpen 29%, bei infizierten 65% bei den mit Thymolpaste überkappten Zähnen.

Szabo führt 1902 die Ignipunktur der offenen Pulpastelle durch, damit das verwendete Medikament nicht zu tief in das Pulpagewebe einzudringen vermag, und konnte befriedigende Ergebnisse erzielen.

Als günstiges Endergebnis der Überkappung betrachtet Percy 1919 den Ersatzdentinverschluß, der allein vom Zustand des Pulpengewebes abhängt und nicht von den Bakterien. Die normale Pulpa vermöge dank ihrer guten Durchblutung die eingedrungenen Bakterien durch ihre natürlichen Schutzkräfte selbst

zu vernichten. Den Mikroben muß also der Nährboden, das erweichte Dentin, entzogen und das verfärbte mit Dakinscher Lösung sterilisiert werden. Er behandelte gesunde, akzidentell freigelegte junge Pulpen mit gutem Erfolg. Die Pulpa müsse erhalten werden, weil sie das aufbauende und ernährende Organ des Zahnes sei, der nach ihrem Verlust zu einem funktionsverminderten, wenig widerstandsfähigen Fremdkörper herabsinkt.

Die ganze Periode der Antisepsis zeitigte jedoch bei den Überkappungen keine günstigen Resultate, und erst die Einführung von besseren und genaueren wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der Zahnheilkunde, durch eingehende klinische Nachkontrollen der behandelten Zähne und patho-histologische und röntgenologische Untersuchungen, brachten die Wissenschaft auf diesem Gebiete wieder weiter vorwärts.

Mit der Veröffentlichung der Endergebnisse von Dätwyler 1921 über vier der wichtigsten Methoden der direkten und indirekten Pulpaüberkappung fängt eine neue Zeitepoche, die experimentelle und die aseptische, an. Das Verlangen nach der Überprüfung der angewandten Wurzelbehandlungsmethoden in bezug auf ihre Spätresultate durch patho-histologische Untersuchungen wurde immer größer. Er verwendete als Überkappungsmittel 1. Jodoform-Chlorphenol nach Walkhoff, 2. Zinkoxyd-Eugenol nach Hentze, 3. Ignipunktur nach Szabo und Bedeckung mit Zinkoxyd-Eugenolzement und 4. gebrauchte er Paraffin mit Thymolzusatz nach Rumpel. Die besten Resultate erhielt er mit der Ignipunkturmethode nach Szabo und mit der Methode nach Hentze. Seine schönen Mikrophotographien zeigen in vielen Fällen die vollständige Erhaltung der zuvor bloßgelegten Pulpa und Verschuß der Öffnung durch Hartsubstanzbildung, hingegen waren die direkten Überkappingsversuche entzündeter Pulpen weniger erfolgreich, obschon eine mäßige Heilungstendenz nachgewiesen wurde.

Hess setzt sich schon 1921 für die Überkappung akzidentell freigelegter oder leicht hyperämischer Pulpen ein, da diese die besten Erfolgsaussichten besitzen, außerdem müssen das Alter, die Konstitution und die Disposition des Patienten und eine genaue Diagnose des Pulpenzustandes ins Auge gefaßt werden. Ebenso schlägt er die Verwendung gewebsfreundlicher Medikamente an Stelle der stark reizenden Antiseptika vor.

Zu einem ganz andern Schluß kam Rebel 1922 mit seinen direkten Überkappungen am Tierzahn (Katze und Hund), und er prägte seinen Leitsatz: „Jede freigelegte Pulpa ist ein verlorenes Organ.“ Kurz darauf kommen Palazzi (1927) und Grabbe zum gleichen Ergebnis wie Rebel, und es ist daher leicht verständlich, daß in der folgenden Zeit diese Behandlungsart wieder fast in Vergessenheit geriet.

Erst nachdem die guten Erfolge mit der Vitalamputation (Hellner 1930, Münch 1931, Neuwirth, Fischer, Hess und seine Schüler) bekannt wurden, kehrte man wieder zum Problem und Studium der direkten Überkappung zurück. Selbst Rebel, der früher ein absoluter Gegner der Vitalerhaltung der eröffneten Pulpa war, mußte seinen Standpunkt durch die schlagenden Beweise ändern und willigte in die Überkappung gesunder artificiell eröffneter Pulpen ein. Er anerkannte die große Reparations-Regenerationskraft der Pulpa.

E. Hellner hat dann 1930—1933 dieses Problem der Pulpaüberkappung mit modernerer Arbeitstechnik an Menschenzähnen wieder aufgenommen. Er kommt zu positiven Ergebnissen, aber seine Versuche unterscheiden sich von denen Rebels, da Hellner nur die lebende Wurzelpulpa zurückläßt und überdeckt. Hauptsächlich durch die Mitteilungen von Neuwirth 1933 und

Orban 1932, die bei behandelten Hundezähnen Dentinneubildung und Vitalitätserhaltung der Pulpa feststellen konnten, wurde die Ansicht Rebels erschüttert.

Hellner fand, wie schon 1921 Dätwyler, bei genauen, mikroskopischen Untersuchungen überkappter Pulpen, daß bei der Operation in die Wunde geratene Dentinsplitter die Heilungstendenz stark förderten und überall reaktionslos einheilten. Er verwendete daher bei seinen weiteren Versuchen Dentinsplitter und ließ jedes Medikament beiseite.

Auch Hermann konnte schon 1928 von seinen Versuchen mit Calxyl berichten, nachdem er vergeblich verschiedene Antiseptika, die schädigend auf die Pulpa einwirkten, ausprobiert hatte.

Erfolgreiche Überkappungen an Menschenzähnen waren auch Prybil 1931 gelungen, und er verlangt als Vorbedingung für eine erfolgreiche Behandlung Asepsis, Fortlassung aller Medikamente und Überdeckung mit Dentinbohrspänen. Gleichwohl konnte Orban 1932 nach Anwendung von Antiseptics, Sekundärdentinbildung feststellen. Vor dem Verschuß der verletzten Pulpa läßt er $\frac{1}{2}$ Stunde 10%iges Formalin auf sie einwirken und erhofft eine nicht schädigende, sondern keimtötende Wirkung von diesem Vorgehen.

Aisenberg konnte an Hand von Röntgenbildern von Zähnen, deren Pulpa mit Zinkoxyd-Eugenol überkappt war, die Fortsetzung des Wurzelwachstums nachweisen.

Auch Neuwirth hat 1932 Ausheilung nach medikamentöser Bedeckung (Jodoform-Perubalsam) festgestellt, erhielt jedoch die besten Resultate ohne Überkappungsmittel und kam zu folgenden Schlüssen:

1. Die Pulpa besitzt hohe, reparative Fähigkeiten, und sie kann durch geeignete Behandlungsmethoden am Leben erhalten werden.
2. Der Abschluß der lebenden Pulpa durch Hartsubstanzneubildung, erreicht durch die biologische Behandlungsmethode, ist bedeutungsvoll.
3. Durch die Anwesenheit von Dentinsplittern wird die Ausheilung begünstigt.

Willner 1935 und O. Müller (Basel) 1935 konnten bei der Überprüfung der bisherigen Versuche an Menschen nachweisen, daß die Pulpa wohl reparative Fähigkeiten besitzt, und erhielten teilweise sehr schöne Resultate. Dagegen stieg die Zahl der Mißerfolge bei entzündeten Pulpen. Willner überdeckte unter anderem mehrere Pulpen mit autogenen Dentinsplittern. Die klinischen und röntgenologischen Resultate waren sehr gut. Nach längerer Beobachtungsdauer wurden mehrere Menschen- und ein Hundezahn extrahiert und histologisch untersucht. Sechs Pulpen zeigten Verkalkungen, aber keine vollständige Überdeckung der Pulpawunde mit Kalksubstanzen. Dennoch kommt er zum Schluß, daß die Vitalbehandlung der Pulpa noch abzulehnen sei. Die bisherigen experimentellen Arbeiten haben jedoch eine Reihe wichtiger Fragen beantwortet und gaben Anstoß zu neuen Forschungen.

Roy beantwortet in seiner Arbeit „Le coiffage de la pulpe“ die Frage, welche Pulpen überkappt werden dürfen, folgendermaßen: In der Hauptsache nur die zufällig exponierten, selbst, wenn sie dabei infiziert worden sind. Weiter sagt er, daß die konservierende Behandlung mit dem Risiko der konsekutiven Pulpagangrän verbunden sei. Also müsse eine genaue Auswahl der zu behandelnden Pulpen und eine entsprechend angewandte Technik getroffen werden.

Er überdeckt seine nur zufällig verletzten Pulpen mit Zinkoxyd, Aristol und Eugenol; es fehlen jedoch wieder die beweisenden histologischen Untersuchungen. Derselben Auffassung ist auch Gottlieb 1936, der nur die akzidentellen und jugendlichen Pulpen überkappt und die andern exstirpiert.

Einen großen Fortschritt bedeuteten für die Abklärung der direkten Überkappung die experimentellen Versuche von F. Hofmann 1937, die zu neuen Ergebnissen führten. Sie verwendete zahneigene oder fremde sterile Dentinsplitter als Überdeckungsmittel 47 jugendlicher Pulpen. Durch die histologischen Untersuchungen konnte ein Verschluß der Perforationsstelle durch Hartsubstanzneubildung nachgewiesen werden, und der Prozentsatz der Mißerfolge betrug nur 18%, wobei die Pulpen meist infiziert waren.

Anschließend an diese günstigen Resultate publizierte Hess 1937 einige Arbeiten über die reparativen Fähigkeiten der verletzten Pulpen, in denen er die hohe Widerstandskraft und die hohen regenerativen Fähigkeiten der Pulpen bei geeigneten Behandlungsmethoden hervorhebt, die imstande sind, bei Verwendung biologischer Mittel eine Hartsubstanzbarriere zu bilden und der Pulpa das normale Weiterleben zu garantieren. Seine Ausführungen sind immer mit unzweideutigen Mikrophotographien versehen, die jede Diskussion erübrigen. Eine Grundbedingung ist natürlich eine genaue Diagnose der Pulpaerkrankung. Konstitution des Patienten und Alter müssen ebenfalls berücksichtigt werden, ebenso eine geeignete Operationstechnik und Verwendung biologischer Überkappungsmittel.

O. Müller 1938 und sein Schüler H. Müller 1938 berichteten über sehr gute Erfolge bei der direkten Überkappung mit Elfenbeinpulver. In vielen Fällen konnte tatsächlich ein Verschluß der geritzten Stelle festgestellt werden, selbst noch bei vorher entzündeter Pulpa. Elfenbein als dentinverwandtes Mittel übt keine Reizwirkung auf das empfindliche Pulpagewebe aus, und um die einrotierten Elfenbeinsplitter bildet sich Sekundärdentin. Durch diesen Vorgang kann es in den meisten Fällen zu einer vollständigen Obliteration der Perforationsstelle kommen, und die Pulpa selbst reagiert mit der Bildung eines Leukozytenwalles. O. Müller 1939 zitiert in seiner Abhandlung über das Elfenbein als Bedeckungsmittel: „Die Elfenbeinsplitter verursachen eine Aktivierung noch vorhandener Odontoblasten einerseits und eine Anbildung von Odontoblasten aus dem Gewebe der Pulpa andererseits.“ 1941 überprüfte Studer, ein Schüler von Hess, die Überkappung der verletzten Pulpa mit Elfenbeinpulver. Bei den klinisch gesunden Zähnen (82%) erwiesen sich bei der histologischen Untersuchung 53% als gesund. Daher müssen also klinische und röntgenologische Ergebnisse mit Vorsicht beurteilt werden. Von den klinisch entzündeten Zähnen waren bei der klinischen Beurteilung nach Ablauf der Beobachtungsdauer 33,3% gesund, dagegen ergab die histologische Nachprüfung keine geheilten Zähne = 0,0%, obwohl reparative Vorgänge im Pulpagewebe zu beobachten waren.

Immer wieder kamen neue, reizlose und biologische Mittel als Überkappungsmaterial zur Anwendung. So verwendete Münch als Überdeckungsmittel Pulpa-*tekt* I, das aus Vitaminen und Kalksalzen aus feinst pulverisierten und sterilisierten Knochen von Kälberembryonen besteht, aber er verneint die Überkappung und setzt sich für die Vitalamputation der verletzten Pulpa ein. Er glaubt, daß die amputierte Pulpa nicht in allen Fällen am Leben bleibe, und so müsse daher durch die Kalksalze seiner Paste die Verkalkung des Pulpagewebes angestrebt werden. Seinen guten klinischen und röntgenologischen Resultaten stehen aber keine histologischen Überprüfungen gegenüber.

Ruiz 1937 berichtet über Erfolge bei Anwendung des Kalkpräparates von Merck, bestehend aus Calciumhydroxyd, Halbhydrat und reinem Calciumoxyd. Vermittels dieser Paste sollen die Odontoblasten aktiviert und größer werden. Diese Funktionssteigerung sei bedingt durch die Hyperämie und führe zur Sekundärdentinbildung.

Leider ist diese Behandlungsmethode nicht experimentell und histologisch untersucht worden.

Die Dentsinplittermethode wurde auch von Saito 1938 mit gutem Erfolg angewendet.

Die verschiedenen Arbeiten Rebels 1937/38 geben ein getreues Abbild von den Änderungen seiner Ansichten über die Pulpaüberkappungen. Rebel schränkte seinen Satz von der verlorenen offenen Pulpa immer mehr ein, indem er durch die wissenschaftlichen Tatsachen verschiedener Forscher einsehen mußte, daß die verletzte Pulpa zur Ausheilung fähig sei, und befürwortet fürderhin die Erhaltung akzidentell oder inter operationem eröffneter junger Pulpen.

„Die Vermeidung der Wurzelbehandlung muß angestrebt und vor allen Dingen der allzu rasche Entschluß zur Pulpadevitalisation vermieden werden“, berichtet Wannemacher 1938. Er tritt für die Vitalamputation der eröffneten Pulpa ein. Dagegen lehnt er die Überkappung vollständig ab.

Was P. Zeltner 1938 in seiner Dissertation mit gutem Recht schreibt, ist folgendes: „Einzig die histologische Nachkontrolle ergibt Aufschluß über den Wert einer Wurzelbehandlungsmethode“, und er führt an, daß die günstigen, klinischen Ergebnisse unbedingt einer genauen histologischen Nachkontrolle bedürfen, da erst durch diese ganz genaue Resultate erhalten werden können.

Berendonk überkappte 1939 12 Zähne mit Calxyl nach Hermann. 2 davon hatten eine Pulpitis simplex, und 3 waren hyperämisch. Bei 7 Zähnen wurde die Pulpa mit dem Exkavator verletzt. Die klinischen Nachkontrollen mit Induktionsstrom und Röntgenbildern ergaben keine sichtbaren Veränderungen der Pulpa; patbo-histologische Untersuchungen fehlen.

In den verschiedenen Schriften macht Hermann (Frankfurt) auf die biologische Wurzelbehandlung mit seinem „Calxyl“ aufmerksam. Schon 1921 verurteilte er die stark ätzenden Mittel, da er einen schädigenden Einfluß auf die Wurzelhaut und das Pulpagewebe befürchtete. 1936 gibt er nach 25 Jahren eifrigen Forschens ein Buch über biologische Wurzelbehandlung heraus, in dem er seine Ergebnisse und Vergleiche darlegt. „Es ist ganz verständlich, daß wir nicht verlangen können und wollen, daß die Behandlung von Zähnen in allen Fällen zu positiven Ergebnissen führen muß, dagegen sollen aber Mißerfolge zu den Ausnahmen gehören. Wir sollten nun endlich einsehen, daß wir selber nicht heilen, sondern dem Organismus bei seinem unbändigen Bestreben, die Norm des Gesundheitszustandes zu erhalten oder sie wieder herzustellen, behilflich sein können durch Beseitigung von Hindernissen.“

Eindrucksvoll verlangt er immer wieder: „An Stelle der Nekrotisierung der Pulpa soll deren Erhaltung angestrebt werden.“ Folgende Vorteile sollen für sein „Calxyl“ sprechen:

1. verwendbar für alle Wurzelbehandlungen,
2. nicht ätzend,
3. enorme desinfektorische Kraft,
4. Anregung zur Hartschubstanzbildung,
5. Entzündungshemmung,

6. absolute Organismusverwandtschaft,
7. Vermeidung jeder organischen Zersetzung,
8. nicht verfärbend,
9. leicht applizierbar, ebenso leicht entfernbar,
10. geruch- und farblos,
11. außerordentliche Ergiebigkeit.

Im Laufe der Zeit wurden alle bekannten Wundbehandlungsmittel der Medizin und ebenso alle Desinfizientien der Hygiene eingehend auf ihre Verwendbarkeit zur Wurzelbehandlung untersucht.

Miller forderte 1910 schon: „Mit einfachsten Mitteln soll die größte Leistung vollbracht und die Mißerfolge auf ein Mindestmaß beschränkt werden.“ Nach ihm können einzig die Dentinsplittermethode und die von Hermann angegebene Calxylmethode als biologische Behandlung angesehen werden. „Was im Einzelfall das beste ist, das kann der Behandler selbst entscheiden, da ja bei der Zahnbehandlung nicht etwa nur ein Zahn oder der Mund, sondern vielmehr der Gesamtorganismus zu behandeln ist.“

Die Ursache für die vielen negativen Resultate bei den Pulpa- und Wurzelbehandlungen sieht Hermann in den Kontusionen, Koagulationen und Korrosionen, durch welche die periapikalen Veränderungen hervorgerufen würden.

Die Überkappung der Pulpa mit „Calxyl“ zeigt ihre Erfolge in der Ersatzdentinbildung. Die günstigen Ergebnisse sind die Folge der großen, ohne die geringste Gewebeschädigung erfolgenden bakteriziden Wirkung und der Anregung der Odontoblasten zur Funktionssteigerung. Selbst von Hygienikern wurde der starke desinfektorische Wert des Calxyl in der Abtötung von Typhus-, Koli-, Cholera- und Milzbrandkeimen mit stark verdünnter CalxylLösung in relativ kurzer Zeit ($\frac{1}{4}$ bis 6 Stunden) nachgewiesen. Diese, dem Calxyl innewohnende desinfektorische Eigenschaft bildet einen der Hauptgründe für sein biologisches Verhalten. Auch bei der Vitalkonservierung von entzündeten Pulpen verzeichnet Hermann sehr günstige Ergebnisse.

1940 erschien die Arbeit von Pajaro la, einem Schüler von Hess, der gesunde und infizierte Pulpen mit Calxyl überkappte, klinisch und histologisch nachprüfte. Diese Untersuchungen an 29 gesunden und 65 entzündeten Pulpen zeigten nach Ablauf der Überkappingszeit folgende Resultate: Klinisch gab es keine Mißerfolge, und die patho-histologische Nachprüfung ergab bei gesunden Pulpen 88% und bei entzündeten Pulpen 73% Behandlungserfolge. Diese Überdeckungen mit Calxyl erlaubten die Feststellung, daß selbst erkrankte Pulpen (mit Hyperämie, Pulpitis acuta partialis, Pulpitis chronica granulomatosa) eine reparative Fähigkeit, die zur Hartsubstanzbildung und Ausheilung führt, besitzen. Diese Feststellung stimmt also auch mit den Untersuchungen von F. Hofmann bei der Vitalamputation mit Calxyl überein. 1940 überprüfte G. Frederikson 200, vor allem junge, artifiziell freigelegte Pulpen, die mittels Calxyl nach der Methode Hermann überdeckt waren, durch regelmäßige Kontrollen. Er empfiehlt diese Methode und schreibt die guten Resultate dem günstigen p_H -Wert des Calxyls zu.

1939 erschien eine fast sensationelle Arbeit von P. Bernard, Paris: „Etude sur la thérapeutique de la plaie dentaire“, worin der Verfasser zuerst die zahnärztliche Wundversorgung, ihre Entwicklung und die neuen therapeutischen Erfolge beschreibt. Er hebt dann besonders hervor, daß man sich von der These, eine eröffnete Pulpa bilde eine Gefahr, freimachen müsse. Die Pulpa sei kein nutzloses

Organ, sondern in ihrer Odontoblastenschicht besitze sie die Fähigkeit, einen narbigen, sekundärdentinbildenden Abschluß zu schaffen, wie er durch unsere Füllungen nicht zu leisten sei. Wir sollen also nach Möglichkeit die sogenannte therapeutische Pulpadevitalisation vermeiden und Medikamente verwenden, durch welche die Erhaltung der Pulpafunktionen angestrebt werden kann. Er geht in seinen Ausführungen noch weiter, indem er erklärt, man werde in Kürze so weit kommen, daß man die Odontoblasten nicht nur von einer Stelle auf die andere transplantieren, sondern sie auch unter besonderen Bedingungen züchten könne und mit ihrer Hilfe die Heilung jeder Zahnwunde vollbringe. Er ist mit seinen Erfolgen so zufrieden, daß er die Devitalisation fast vollkommen ignoriert. „Je ne la (dévitalisation) pratique que lorsque des phénomènes d'ailleurs très rares de névrites rendent la pulpe hypersensible c. à d. dans 1 ou 2% des cas!“ Als biologisches Behandlungsmittel für die eröffneten und kranken Pulpen verwendet er schon seit 10 Jahren „Citronellol“, einen Alkohol, der in Rosen, Geranien und Pelargonien vorkommt. Dieses Mittel soll ein sehr starkes Antiseptikum von der Stärke der Quecksilbersalze sein. Außerdem riecht es sehr angenehm, was aber nicht von großer Wichtigkeit ist. An Hand von 7 Krankheitsfällen zeigt Bernard, daß eine Behandlung von eröffneten Pulpen, selbst solchen mit akuten pulpitischen Schmerzen, mit Citronellol durchführbar und die Perforationsstelle innerhalb kurzer Zeit (8 bis 30 Tage) vollkommen mit einer Hartsubstanzneubildung verschlossen ist. Diese Fälle wurden aber auch wieder nur einer klinischen Nachprüfung unterzogen, so daß wir uns kein genaues Bild von dem Verhalten der Pulpa unter diesem neuen Mittel machen können.

80% Erfolge bei Pulpaüberkappungen mit Bukleys Dentinoid meldet Busto del Antonio 1942 nach 4jähriger Versuchszeit. Dieses Dentinoid ist ein Gemisch von Harz, Thymol, schwefelsaurem Barium, Calciumphosphat, Orthoform und Jodthymol, das mit Alkohol oder Chloroform zu einer Paste angerührt und auf die eröffnete Pulpastelle gebracht wird.

Fenner 1944 machte seine Untersuchungen an 91 mit Calxyl überkappten Zähnen, wobei aber die Liegedauer und daher die Einwirkung von Calxyl auf das Pulpagewebe bis 5 Jahre betrug. Die klinischen, durch Prüfung mit dem Induktionsstrom und durch Röntgenbilder kontrollierten Resultate bei den direkten Pulpaüberkappungen waren sehr befriedigend. 96% konnten als klinisch gesund bewertet werden. Aus diesen Spätresultaten der Einwirkung des Calxyls bei der direkten Überdeckung geht hervor, daß trotz längerer Beobachtungszeit die klinischen Erfolge gut bleiben und daß eine nachträgliche, klinische und histologische Schädigung der Pulpa nicht vorkommt. Bei allen histologisch untersuchten Zähnen konnte eine gut ausgebildete Hartsubstanzbarriere, bestehend aus neugebildetem Dentin, das Calxylmasse und Dentinsplitter einschloß, festgestellt werden, was für die Brauchbarkeit dieses Mittels und dieser Methode bei richtiger Indikation spricht.

In seiner Arbeit beschreibt Kaegi 1947 zuerst die Zusammensetzung und Wirkung der verschiedenen Medikamente (Elfenbein, Dentinspäne, Calxyl, Pulpa-tek I, Vitapulp und Sero-Calcium), die zur Vitalerhaltung der Pulpa verwendet wurden und noch werden. Elfenbein als Überdeckungsmittel konnten sich nicht durchsetzen, da die Zahl der Mißerfolge die Norm stark übertrifft und ungefähr 50% beträgt. Der einzige Nachteil der Dentinsplitter besteht in der Schwierigkeit der Sterilerhaltung derselben, so daß nach einem andern Mittel mit den gleich günstigen Eigenschaften geforscht wurde. Für Calxyl als Überdeckungsmittel vitaler Pulpen sprechen schon die guten Ergebnisse, wie sie in den Arbeiten von

M. Hofmann, Hess, Zander, Frederikson, Kuster, Pajarola, Fenner u. a. erhalten wurden. Die Überprüfung der Münchschen Vitaminpaste Pulpa-
tekt I durch verschiedene Forscher ergab zu einem Teil befriedigende Resultate,
während andere, besonders Willner, zur Ablehnung dieses Präparates kommen.
Mit Vitapulp, das aus Calxyl mit Dentinspänen besteht, erhielt Flohr 1936 eben-
falls gute Ergebnisse, die aber nicht besser waren als mit Calxyl allein. Sero-
Calcium besitzt ähnliche Eigenschaften wie Calxyl nach Hermann, und Calcium-
hydroxyd ist ebenfalls der Hauptbestandteil dieses Präparates. Berger 1944
machte bei Vitalamputationen damit gute Erfahrungen. Kaegi fand bei der histo-
logischen Nachprüfung seiner 12 mit Endoxyl überkappten Zähne auffallend
schlechte Resultate, indem über 80% negativ waren. Darüber sagt Kaegi: „Die
vermutlich sehr starke alkalische Reaktion des Endoxyls, die nach bakteriologi-
schen Untersuchungen nicht vorhandene antiseptische Wirkung auf Streptokok-
ken und Staphylokokken sowie die auf die Dauer schwer zu haltende Sterilität des
Endoxyls dürften wohl die Ursache für die nekrobiotischen Einwirkungen auf das
Pulpagewebe und für das Auftreten von entzündlichen Erscheinungen und Granu-
lomen darstellen.“

M. A. Marmasse 1947 überprüfte die Überkappungsmethode nach P. Ber-
nard, indem er eine Versuchsreihe mit Citronellol, eine andere mit gelöschtem
Kalk (Calciumhydroxyd) überdeckte. Er berichtet, daß diese Methode „dans mes
mains“ nicht die Versprechen des Autors gehalten habe und kommt zum Schluß,
daß der einzige Vorteil von Citronellol in der Vitalerhaltung der Pulpa bestehe
(seine Versuche dauerten 1 Jahr), aber eine Dentinneubildung, die zum Verschluß
der Perforationsstelle führte, war nie feststellbar. Ebenfalls neue Versuche haben
wieder zum gleichen Endresultat geführt. Er stellt fest, daß dieses Medikament
mit absoluter Sicherheit für die Pulpa ungefährlich ist, und glaubt, daß vielleicht
andere Behandler bessere Ergebnisse erhalten werden.

Zum Schluß gibt er einige Beobachtungen an, von denen uns hauptsächlich
eine interessiert: Symptomlose, geritzte Pulpa; Überkappung mit Citronellol am
27. März 1946. Der Zahn blieb klinisch ruhig und wurde am 2. Mai 1946 wieder nach-
kontrolliert durch Entfernen der provisorischen Füllung. Die Perforationsstelle
war immer noch vorhanden und wegen der Entfernung des Citronellolwattebüsch-
chens, das mit dem Pulpagewebe verklebt war, blutete es. Darauf überdeckte er
die Pulpa zum zweiten Male mit gelöschtem Kalk (= in Frankreich hergestelltes
Calxyl). Am 25. Juni 1946 war hingegen die geritzte Stelle durch Hartsubstanz-
bildung verschlossen. Aus dem eben Gesagten kann geschlossen werden: 1. Citro-
nellol hat dem Pulpagewebe keinen Schaden zugefügt, aber auch nicht zur Ver-
heilung des Defektes geführt. 2. Erst Calxyl konnte dies vollbringen. An zwei
andern Fällen konnte er die gleiche Feststellung machen. Die Resultate der Ver-
suchsreihe mit Calxyl hingegen entsprachen dem gewöhnlichen Erfolg, d. h. 85%
der Fälle zeigten klinisch befriedigende Resultate.

Die vorliegende Arbeit soll einen weiteren Beitrag zur Abklärung der Frage
bilden, ob Citronellol die Forderungen, die an Pulpaerhaltungsmittel gestellt wer-
den, erfüllt oder nicht.

III. Eigene Untersuchungen

A. Überkappungsmittel

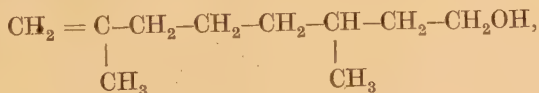
Im folgenden Abschnitt sollen die beiden für unsere Untersuchungen verwendeten Medikamente, Citronellol und Calxyl, kurz beschrieben werden. Beweise für die Wirkung und Unschädlichkeit des Calxyls auf lebende Pulpen sind schon durch verschiedene Arbeiten (M. Hoffmann, Hess, Kundert, Zander, Frederikson, Kirsten, Pajarola, Sutter u.a.) erbracht worden, weshalb Calxyl als Vergleichsmedikament bei unseren Überkappungen Verwendung fand.

1. Citronellol

Das in Frage stehende Präparat Citronellol wird schon seit längerer Zeit in Frankreich von P. Bernard als Pulpaüberkappungsmittel anscheinend mit sehr gutem Erfolg benützt, ohne daß seine fast unwahrscheinlichen Resultate einer gründlichen histologischen Prüfung unterzogen worden wären. Bis heute wurde diese Substanz noch nicht in die therapeutische Zahnheilkunde aufgenommen, obwohl schon seit 1929 Versuche mit Citronellol gemacht wurden. Zuerst füllte er die Wurzelkanäle, die zuvor durch Jontophorese desinfiziert worden sind, mit einer Paste, bestehend aus Citronellol-Eugenol. Aber diese Wurzelfüllpaste erwies sich nicht als vollkommen reizlos, und außerdem eignete sich Citronellol schlecht für die Herstellung einer erhärtenden Paste.

Bernard kam aber später wieder auf Citronellol als Überkappungsmittel zurück.

Citronellol ist ein Alkohol der Bruttoformel $C_{10}H_{20}O$, und die ausgeschriebene Formel lautet folgendermaßen:



2,6 -dimethyl -octen (1) -ol (8). Es ist ein aliphatischer Terpenkörper.

In der Natur kommen 2 Isomere α und β vor. Citronellol enthält 80% β und 20% α , und es ist außerdem ein Bestandteil ätherischer Öle und wird unter anderem in Rosenöl und Geraniumöl gefunden, daher auch sein angenehmer Geruch. Durch Versuche von Morel und Rochaix soll die starke antiseptische Wirkung von Citronellol nachgewiesen worden sein, und selbst eine Verdünnung von 1:10000 soll noch bakteriostatisch wirken. Seine desinfektorische Kraft soll gleich derjenigen der Quecksilbersalze sein.

Citronellol als Überkappungsmittel muß chemisch rein angewendet werden, vor allem darf es kein Aldehyd (Citronellal) enthalten, und erzeugt weder eine sofortige, noch eine (entfernte) spätere schmerzhaftige Reaktion, ebenfalls bewirkt es keine Gewebsdegeneration. Es soll sich also wie ein physiologisches Serum verhalten, und es ist daher die Grundsubstanz für verschiedene Flüssigkeiten und Pasten, welche Bernard zusammen mit Rolland herausgebracht hat. Er versuchte, Dentinsplitter in die Pasten zu mischen, fand aber mit diesen keinen Vorteil.

Als Militärzahnarzt hatte Bernard im letzten Kriege die Möglichkeit, viele Hunderte von Überkappungen auszuführen, denn die große Anzahl Patienten

erlaubte keine langdauernden therapeutischen Sitzungen. Daher wurde jede Kavität, selbst wenn die Pulpa schon eröffnet war, von erweichtem Dentin gereinigt und ein mit Citronellol getränktes Wattebäuschchen ohne jeden Verschluß hineingelegt. Von Zeit zu Zeit wurde dieser Verband erneuert und nach 3–4 Wochen konnte die Kavität ohne Schmerzen vollkommen gereinigt werden. Immer soll sich in der Zwischenzeit Sekundärdentin gebildet haben, und die Perforation sei immer verschlossen gewesen, so daß daher die definitive Zementfüllung direkt gelegt werden konnte.

Unter diesen Hunderten von Fällen sollen die pulpitischen Schmerzen nur ein einziges Mal nicht aufgehört haben, und der Zahn mußte daher devitalisiert werden. Er berichtet noch von einem besonders eindrucksvollen Fall: Ein 21-jähriger Patient hatte seit 24 Stunden am 2. oberen Prämolaren starke pulpitisches Schmerzen (Pulpitis acuta). Nach der Entfernung des erweichten Dentins lag die blutende Pulpa, deren Empfindlichkeit schon stark herabgesetzt war, frei. Ein mit Citronellol durchtränktes Wattebäuschchen wurde nach der Blutstillung als Wundverband angewendet. Die Pulpa soll schon nach dem 3. Tage die normale Sensibilität wieder erreicht haben, und am 12. Tage konnte ein Dentininselchen wahrgenommen werden. Die Perforationsstelle soll am 15. Tage vollkommen durch Sekundärdentin verschlossen gewesen sein, und der Zahn wurde nach zwei schmerzlosen Monaten extrahiert und histologisch untersucht. Die Prüfung der histologischen Schnitte soll eine Schichtdicke von $\frac{8}{10}$ mm neugebildeten Dentins ergeben haben, was als guter Erfolg angesehen werden könnte.

Später änderte Bernard seine Überkappungstechnik insofern etwas ab, als er dem Citronellol $\frac{1}{10}$ Ol. Niaouli (Gomenol) zufügte und das Citronellolwattebäuschchen mit einer erhärtenden Paste überdeckte.

Die Zusammensetzung dieser Paste:

Pulver:	Zinkoxyd	} $\overline{aa}$
	CaSO ₄ wasserfreier Modellgips	
Flüssigkeit: Citronellol niaoulié sahnig spateln		

Das Ol. Niaouli besteht aus einem Gemisch von ungefähr 10 verschiedenen ätherischen Ölen, u.a. Cineol = (Eucaliptol) Terpeneol, α -Pinen.

Das Niaouliöl muß vor Licht geschützt und in einem gut verschlossenen, braunen Glas aufbewahrt werden. Dieses Öl besitzt eine abschwellende Wirkung, ähnlich wie Menthol, und wird daher bei Schnupfen und Katarh bei Kindern angewendet, daneben noch zur Blasenspülung wegen seiner schwachen antiseptischen Wirkung.

Genau nach dieser Überkappungstechnik wurden unsere Versuche durchgeführt.

2. Calxyl

Hermann hat sich schon relativ früh mit der biologischen Wurzelbehandlungsmethode befaßt und empfiehlt 1920 in seiner Inauguraldissertation nach längeren Eignungsprüfungen Calxyl als Wurzelfüllmittel. Zu dieser Zeit bestand Calxyl hauptsächlich aus Calciumhydroxyd, das eine starke antiseptische Wirkung besitzt und dennoch nicht gewebsschädigend ist. Dieses Mittel wurde von ihm für alle Arten von Wurzelbehandlung, also auch für Gangrän, Exstirpation und Amputation wegen der absoluten Körperverwandtschaft verwendet. Später ging jedoch Hermann darauf aus, die Pulpa am Leben zu erhalten, anstatt sie abzu-

töten. Bei Vitalamputationen und direkten Überkappungen unter Verwendung des Calxyls als Überdeckungsmittel zeigte sich, daß die Pulpa fähig ist, eine Hartsubstanzbarriere zu bilden, und in ihren Funktionen nicht eingeschränkt wird. Hermann überprüfte Calxyl auf seine Verwendbarkeit als Wurzel- und Pulpa-behandlungsmittel an Hand einer Liste von Forderungen, die an ein solches Medikament gestellt werden müssen. Zu diesem Zwecke stellte er eine Tabelle von Eigenschaften auf, die ein biologisches Wurzelfüllmittel besitzen muß. Calxyl erfüllt nach den Angaben der Hersteller alle diese Forderungen.

A. Forderungen der Hygiene:

1. Leichte Löslichkeit in Wasser,
2. Haltbarkeit der Lösung,
3. Ungiftigkeit,
4. hohe Wirksamkeit, auch bei niedriger Konzentration.

B. Forderungen der Zahnheilkunde (nach Miller und Mayrhofer):

5. Fäulnisunfähigkeit,
6. anhaltende, wenn auch noch so geringe, antiseptische Wirkung,
7. leichte Einführbarkeit,
8. Reizlosigkeit auf Wurzelhaut und periapikale Gewebe,
9. keine Verfärbung der Zähne,
10. keine Porosität,
11. leichte Entfernbarekeit,
12. bakteriendichter Kanalwandanschluß im Bereich der Dentinkanälchen der Wurzel, also bis in die nächste Nähe des Foramen apicale.

C. Forderungen über Nebeneigenschaften:

13. Unschädlichkeit für die Mundschleimhaut,
14. Unschädlichkeit für die Instrumente,
15. Unschädlichkeit für die Hände des Operateurs,
16. Unschädlichkeit für die Wäsche und Kleidung,
17. kein unangenehmer Geruch und Geschmack,
18. Billigkeit in der Anschaffung.

Im Laufe der Zeit hat er dem ursprünglichen Calxyl noch einige weitere Substanzen, wie die Blutsalze NaHCO_3 , NaCl , CaCl_2 und KCl zugefügt, und dadurch soll die Gewebsverträglichkeit noch verbessert worden sein. Das heutige Calxyl setzt sich also aus folgenden Stoffen zusammen:

Calc. hydr. als Grundbestandteil,
 Natr. bicarb.
 Natr. chlor.
 Calc. chlor.
 Kal. chlor.

Das wirksame desinfizierende Prinzip ist nicht in der Alkaleszenz des Kalkes oder der anderen Alkalien zu sehen, sondern die starke Desinfektionskraft beruht vielmehr auf den in Lösung befindlichen Hydroxylionen (Auer). Die Empfindlichkeit des Calxyls gegenüber der Luftkohlensäure ist ein unangenehmer Nachteil, indem sich leicht an der Oberfläche Karbonate bilden, die dann keine antiseptische Wirkung mehr besitzen. Daher muß die Calxylpaste sofort nach Gebrauch wieder gut verschlossen werden. In getrocknetem Zustande bildet das Calxyl ein weißes lockeres Pulver, das durch Zugabe von destilliertem Wasser wieder zur wirksamen Paste angerührt werden kann.

Die stark basische Reaktion des Calxyls spielt immerhin bei der Hartsubstanzbildung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Wasserstoffionenkonzentration p_H der normalen Pulpa beträgt nach Messungen von Csernyei 7,4, ist also alkalisch. Dagegen reagiert eine entzündete Pulpa sauer. Daher hatte Tietze 1936 verschiedene Wurzelpasten auf ihre p_H -Werte untersucht und dabei festgestellt, daß u.a. Triopaste, Walkhoff-I-Paste, Pulpatekt I und II ihre p_H -Werte im sauren Bereich haben. Für die Kompensation der sauren Reaktion der entzündeten Gewebe sind also nur Pasten, deren p_H über 7 liegt, geeignet. Das Calxyl mit einem p_H -Wert von 11–12 und andere basisch reagierende Wurzelpasten können also eine Unstimmung der Gewebsreaktion herbeiführen und dadurch die Heilung begünstigen. Das Kalzium gibt dann der Pulpa das Material und den Anreiz zur Dentinneubildung, ohne daß eine Gewebsschädigung wegen der starken alkalischen Reaktion festgestellt werden kann.

B. Klinische Untersuchungen

1. Materialbeschaffung

Die für diese Untersuchungen verwendeten Zähne stammten ausschließlich von Patienten der Schulzahnklinik Zürich. Aus verschiedenen Gründen wurden nur jugendliche Patienten für diese Überprüfungen verwendet. Jugendliche Pulpen bieten die besten Aussichten auf Hartsubstanzbildung, da sie über die größten reparativen und regenerativen Fähigkeiten verfügen. Bei diesen sehr leistungs- und widerstandsfähigen Pulpen müssen also Mißerfolge bei der Verwendung geeigneter, biologischer Mittel zu den Ausnahmen gehören. Somit kann kein Einspruch wegen verminderter Regenerationskraft dieser Zähne erhoben werden, und die Ursachen eventueller Mißerfolge müssen anderswo gesucht werden.

Das Alter der Patienten lag zwischen 9 und 12 Jahren, und somit waren die Vorbedingungen für eine Ausheilung der Pulpen die denkbar günstigsten. Die Überkappungen wurden nur an gesunden, kariesfreien oder leicht kariösen Zähnen durchgeführt.

Außer einem einzigen Prämolaren wurden 39 Sechsjahrmolaren, die wegen systematischer Extraktion entfernt werden mußten, überkappt.

2. Methodik der Pulpaüberkappung

Vor der Überkappung wurde bei allen Fällen versucht, den Pulpazustand mit den diagnostischen Hilfsmitteln (Inspektion, Sondierung, Perkussion und Thermometrie) genau festzustellen. Die klinische Anfangsdiagnose ergab für alle 40 Zähne normale Pulpen. Dann wurden die kariösen Stellen, sofern solche vorhanden waren, zuerst ausgebohrt und die Kavität mit Harvardzement verschlossen.

Die Leitungsanästhesie wurde mit 2%igem NPC Anästhetikum, welches als Vasokonstriktor Nordefrin (1 : 10 000) enthält, vorgenommen. Die anästhetische Wirkung war in allen Fällen sehr gut. Darauf wurde der Zahn, um möglichst aseptische Verhältnisse zu schaffen, unter Kofferdam gelegt, und die Desinfektion des Zahnes und der näheren Umgebung erfolgte mit Jodtinktur.

Um das Pulpagewebe durch zu starke Erhitzung nicht zu schädigen, wurde nur mit wassergekühlten Steinchen oder Diamanten am Schmelz gearbeitet. Im Dentin gelangten hierauf nur noch sterile Instrumente (Bohrer, Sonde, Donaldsonnadeln, Wattekügelchen) zur Anwendung, deren Sterilität mit dem Hermannschen Heißluftsterilisator (10 Minuten bei 180–200°) erreicht worden war. Mit

sterilen Bohrern wurde dann das Pulpadach eröffnet; die Perforationsstelle wurde nicht zu klein gemacht, um dem Überkappungsmittel einen innigen Kontakt mit dem Pulpagewebe zu ermöglichen.

Auftretende Blutungen wurden mit 3%igem H_2O_2 gestillt und die Kavität mit sterilen Wattepellets ausgetrocknet. Auf die eröffnete Pulpastelle wurde hierauf das mit Citronellol benetzte Wattebäuschchen gelegt und dieser Wundverband mit folgender Paste zugedeckt:

Pulver:	Zinkoxyd	} aa
	wasserfreier Modellgips ($CaSO_4$)	
Flüssigkeit: Citronellol mit $\frac{1}{10}$ Gomenol.		

Diese Paste wurde mit einem in Alkohol abgeflammtten Spatel auf einer ebenfalls abgeflammtten Glasplatte zu rahmiger Konsistenz angerührt und damit das Wattekügelchen vorsichtig überdeckt. Sobald diese Paste etwas abgebunden hatte, kam eine Abschlussschicht von Harvardzement darauf und darüber die definitive Amalgamfüllung.

Bei einer ersten Versuchsreihe wurde nach verschiedenen Beobachtungszeiten (6–36 Tage) diese Einlage entfernt und eine zweite gleiche ausgeführt. Nach Ablauf der Behandlungsfristen wurde noch eine Schlußuntersuchung durchgeführt, und die Zähne gelangten zur Extraktion.

Bei einer zweiten Versuchsgruppe wurde ebenfalls zuerst eine Citronellol-einlage gemacht und nach 38–44 Tagen entfernt und kontrolliert, ob die Perforationsstelle durch Dentinneubildung verschlossen sei. In keinem einzigen Falle konnte makroskopisch Hartschubstanzbildung festgestellt werden, und meistens trat durch die Entfernung des mit dem Pulpagewebe verklebten Wattepellets eine Blutung ein. Das Pulpagewebe zeigte immer noch die gleiche Sensibilität und das Wattebäuschchen immer noch den spezifischen Citronellolgeruch. Diese neu aufgetretene Blutung wurde mit Calxylösung zum Stehen gebracht, was in den meisten Fällen leicht gelang. Darauf kam als neue Wundversorgung auf die immer noch offene Stelle Calxyl nach Hermann. Die überflüssige Feuchtigkeit des Calxyls wurde mit Chloroformtupfern entzogen, bis die gewünschte Konsistenz erreicht war. Darüber kam eine Schicht von schnellhärtendem Zement, und als Abschluß wurde gleich die definitive Füllung gelegt und der Patient bis zur Extraktion entlassen.

Bei der dritten Gruppe, d. i. die eigentliche Vergleichsgruppe, wurde die Überkappung nur mit Calxyl ausgeführt.

3. Klinische Resultate

Von den 40 überkappten Zähnen konnten 39 am Ende der Beobachtungszeit der klinischen Schlußdiagnose unterzogen werden. Ein Zahn mußte vor Ablauf der Beobachtungsdauer wegen auftretender mäßiger Schmerzen extrahiert werden (Protokollnummer 37). Die Beobachtungsdauer von der Überkappung bis zur Schlußkontrolle bzw. Extraktion betrug 34–93 Tage. Während dieser Zeit wurden bei den meisten Patienten beim Einlagenwechsel Kontrollen vorgenommen, ob der Zahn in der Zwischenzeit symptomlos geblieben war. Von 40 klinisch untersuchten Zähnen blieben 39 reaktionslos, so daß mit 97,5% klinisch günstigen Resultaten gerechnet werden konnte.

In der nachstehenden Tabelle I sind das Alter, Geschlecht, der Zahn, der klinische Befund vor und nach der Überkappung, die Dauer der verschiedenen Einlagen und der Beobachtungszeit der verschiedenen behandelten Zähne dargestellt.

Tabelle 1

Klinische Untersuchungen und Liegedauer der verschiedenen Einlagen

1. Gruppe: Überkappungen mit Citronellol

Proto- koll Nr.	Alter und Ge- schlecht	Zahn	Diag- nose vor der Über- kap- pung	Datum der Über- kap- pung 1947	Dauer der 1. Citro- nellol- einlage in Tagen	Zustand der Per- forations- stelle z. Z. des Einlage- wechsels	Dauer der 2. Citro- nellol- einlage in Tagen	Klinische Schluß- diagnose	Datum der Ex- traktion 1947	Ver- suchs- dauer in Tagen	Bemer- kungen
1	10 ♀	+4	o. B.	4.2.	36	?	55	o. B.	7.5.	91	—
2	9 ♂	-6	o. B.	6.2.	35	offen	55	o. B.	7.5.	90	—
3	11 ♂	6+	o. B.	6.2.	11	offen	28	o. B.	17.3.	39	verreist
4	11 ♂	+6	o. B.	6.2.	39		—	o. B.	17.3.	39	verreist
5	10 ♂	6+	o. B.	10.2.	31	offen	62	o. B.	14.5.	93	—
6	10 ♂	+6	o. B.	10.2.	31	offen	62	o. B.	14.5.	93	—
7	9 ♂	6+	o. B.	10.2.	35		—	o. B.	17.3.	35	Paraffin
8	9 ♂	6—	o. B.	10.2.	35		—	o. B.	17.3.	35	Paraffin
9	12 ♂	6—	o. B.	10.2.	35	offen	51	o. B.	7.5.	86	—
10	11 ♂	+6	o. B.	11.2.	30	offen	55	o. B.	7.5.	85	Paraffin
11	11 ♂	-6	o. B.	11.2.	30	starke Blutung	55	hyper- ämisch	7.5.	85	Paraffin
12	9 ♂	6—	o. B.	11.2.	30	offen	55	o. B.	7.5.	85	—
13	10 ♂	+6	o. B.	11.2.	34		—	o. B.	17.3.	34	—
14	10 ♂	-6	o. B.	11.2.	6	offen	28	o. B.	17.3.	34	—
27	11 ♀	6+	o. B.	3.3.	10	offen	69	o. B.	21.5.	79	—
28	11 ♀	+6	o. B.	3.3.	10	offen	69	o. B.	21.5.	79	—

2. Gruppe: Überkappungen zuerst mit Citronellol und nachher mit Calxyl

Proto- koll Nr.	Alter und Ge- schlecht	Zahn	Diag- nose vor der Über- kap- pung	Datum der Über- kap- pung 1947	Dauer der Citro- nellol- einlage in Tagen	Zustand der Per- forations- stelle z. Z. des Einlage- wechsels	Dauer der Calxyl- einlage in Tagen	Klinische Schluß- diagnose	Datum der Ex- traktion 1947	Ver- suchs- dauer in Tagen	Bemer- kungen
15	11 ♀	+6	o. B.	11.2.	45	offen Blutung	47	o. B.	14.5.	92	—
16	11 ♀	-6	o. B.	11.2.	45	offen Blutung	47	leicht hyp.	14.5.	92	—
17	9 ♂	6+	o. B.	13.2.	42	offen	41	o. B.	7.5.	83	Paraffin
18	9 ♂	6—	o. B.	13.2.	42	offen	41	o. B.	7.5.	83	Paraffin
19	13 ♂	6+	o. B.	13.2.	42	offen Blutung	41	o. B.	7.5.	83	—
20	13 ♂	6—	o. B.	13.2.	42	offen Blutung	41	o. B.	7.5.	83	—
21	12 ♂	+6	o. B.	13.2.	42	offen Blutung	41	o. B.	7.5.	83	—
22	12 ♂	-6	o. B.	13.2.	42	offen Blutung	41	o. B.	7.5.	83	—
23	10 ♀	+6	o. B.	17.2.	38	offen Blutung	48	o. B.	14.5.	86	—
24	10 ♀	-6	o. B.	17.2.	38	offen Blutung	48	o. B.	14.5.	86	—
25	12 ♂	6+	o. B.	17.2.	38	offen Blutung	55	o. B.	21.5.	93	—
26	12 ♂	6—	o. B.	17.2.	38	offen Blutung	55	o. B.	21.5.	93	—

3. Gruppe: Überkappungen mit Calxyl

Pro- to- koll Nr.	Alter und Ge- schlecht	Zahn	Diagnose vor der Über- kappung	Datum der Über- kappung 1947	Dauer der Calxyl- bedeckung in Tagen	Klinische Schluß- diagnose	Datum der Extraktion 1947	Ver- suchs- dauer in Tagen	Be- merkungen
29	10 ♂	+6	o. B.	17. 2.	86	o. B.	14. 5.	86	—
30	10 ♂	—6	o. B.	17. 2.	86	o. B.	14. 5.	86	—
31	10 ♀	6+	o. B.	20. 2.	83	o. B.	14. 5.	83	—
32	10 ♀	6—	o. B.	20. 2.	83	o. B.	14. 5.	83	—
33	11 ♂	6—	o. B.	20. 2.	83	o. B.	14. 5.	83	Paraffin
34	11 ♂	+6	o. B.	20. 2.	83	o. B.	14. 5.	83	Paraffin
35	11 ♂	+6	o. B.	20. 2.	90	o. B.	21. 5.	90	—
36	12 ♀	6+	o. B.	20. 2.	83	o. B.	14. 5.	83	—
37	12 ♀	6—	o. B.	20. 2.	27	leichte Schmer- zen	19. 3.	27	frühzeit. Extrak- tion
38	11 ♂	—6	o. B.	27. 2.	83	o. B.	21. 5.	83	—
39	11 ♂	6+	o. B.	27. 2.	83	o. B.	21. 5.	83	—
40	11 ♂	6—	o. B.	27. 2.	83	o. B.	21. 5.	83	—

C. Histologische Untersuchungen

1. Materialbeschaffung

Das Material für die histologischen Untersuchungen wurde durch die Extraktion der behandelten Zähne gewonnen. Von den 40 extrahierten Zähnen wurden alle zur histologischen Auswertung verwendet.

2. Histologische Technik

Sofort nach der Extraktion wurden die Amalgamfüllungen, die Zementschichten und das Citronellolwattékügelchen oder das Calxyl aus der Kavität entfernt und die Zähne zur Fixierung in 10%iges Formalin gelegt. Um das Eindringen der Fixierungsflüssigkeit in das Pulpagewebe zu erleichtern, wurde am gleichen Tage oder manchmal einen Tag nach der Extraktion die Wurzelspitze ohne Erwärmung abgesägt und Rillen, die bis ins Wurzeldentin reichten, mit einem Fissurenbohrer in die Wurzeln geschnitten.

Hierauf erfolgte die Herstellung der histologischen Präparate nach der am Zürcher Institut gewohnten Methode. 32 Zähne wurden mit 5%iger Salpetersäure entkalkt, in Celloidin eingebettet und geschnitten. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt und in Kanadabalsam eingebettet. 8 Zahnpulpen wurden in Paraffin eingebettet und geschnitten.

3. Resultate der histologischen Untersuchungen

Um die Tabelle 2 der histologischen Untersuchungsergebnisse der Celloidinschnitte übersichtlicher zu gestalten, sind die Resultate in drei Gruppen gemäß den drei verschiedenen Behandlungsmethoden eingeteilt worden.

Tabelle 2

Histologische Untersuchungsergebnisse

1. Gruppe: Überkappungen mit Citronellol

Pro- to- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro photo Abb. Nr.
1	10	+4	91	An der verletzten Pulpaoberfläche und am Pulpahorn ist eine leichte Rundzelleninfiltration sichtbar, die auf die Oberfläche beschränkt bleibt. Beidseitig an der Pulpakammerwandung ist eine Reizdentinbildung festzustellen, während tiefer im Pulpagewebe vereinzelte Inseln von Hartschubstanz sichtbar sind, welche von neugebildeten Odontoblasten umgeben sind. Die Pulpa selbst ist im ganzen gut erhalten, zeigt starke Gefäßverengung und ist etwas atrophisch.	1 und 2 S. 29
2	9	—6	90	Die Pulpa ist an zwei Stellen eröffnet. Rechts im Bilde ist es im Pulpahorn zu einer Entzündung und abgekapselten Abszeßbildung gekommen. Die Infiltration erstreckt sich über die Abkapselungsmembran hinaus in das Pulpagewebe. Links ist eine breite Eröffnung der Pulpaoberfläche vorhanden. Die Pulpaoberfläche ist mit einer starken Infiltration des Pulpagewebes versehen, welche auch gewisse Abgrenzungstendenzen durch Bindegewebe aufweist. Unterhalb dieser Infiltrationszone ist eine irreguläre Hartschubstanzbildung bemerkbar, welche aus verschiedenen Verkalkungszentren, die zusammengewachsen sind, besteht und an vereinzelten Stellen Odontoblastenzellen an der Oberfläche aufweist. In den tieferen Partien ist das Pulpagewebe frei von Entzündung. Die Gefäße sind etwas erweitert.	
12	9	6—	85	Die Pulpa ist breit eröffnet. Im umgebenden Pulpagewebe ist sowohl bukkal wie lingual in den Pulpahörnern eine deutliche Abszeßbildung mit Tendenz zur bindegewebigen Abkapselung vorhanden. Die Hartschubstanzbildung, die vereinzelt im Pulpagewebe, namentlich im Kanaleingang sichtbar ist, zeigt keine neugebildeten Odontoblasten. Die Pulpa zeigt stark erweiterte Blutgefäße und bis weit in den Kanal hineinreichende entzündliche Infiltration.	
3	11	6+	39	Pulpakammer in ganzer Breite eröffnet. Im Pulpakavum ein großer abgekapselter Abszeßherd, der nach außen offen ist. Unterhalb dieser Abkapselung chronische Entzündung des Pulpagewebes. Starke Durchsetzung des ganzen Pulpagewebes mit Rundzellen. Gefäße stark erweitert. Einzelne Dentinpartikelchen in die Pulpa einrotiert und vom Bindegewebe umschlossen.	

Proto- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
4	11	+6	39	Pulpa im Pulpakavum vollständig zerstört, große Abszeß- höhle. Pulpagewebe bis weit in den Wurzelkanal nekrotisch, im obersten Teil ist die Färbung des Pulpagewebes noch er- halten. Partielle Gangrän.	
5	10	6+	93	Pulpakammerdecke an der Oberfläche weitgehend eröffnet. Auf der Pulpaoberfläche Infiltrationszone; darunter irregu- läre Hartsubstanzbildung, die fast die ganze Breite der Pul- pawunde einnimmt und aus verschiedenen Verkalkungszen- tren zusammengesetzt ist. Diese Hartsubstanz zeigt zum Teil auf der Oberfläche deutliche Odontoblastenzellen und Anlage einer Prädentinzone. Gegen die Wurzelkanäle und den Pulpa- kammerboden ist das Pulpagewebe unverändert. Gefäße der Pulpa stark erweitert. Sonst keine Veränderungen.	
6	10	+6	93	Die Pulpa ist an der verletzten Stelle mit einer neuen Hart- substanzbildung abgeschlossen. Die Hartsubstanz zeigt Ge- webseinschlüsse, die ein Infiltrat aufweisen. Die Hartsubstanz ist durch einzelne Bohrsplitter durchsetzt, die wohl als Keim- zentren gewirkt haben. Die Pulpa unterhalb dieser Hartsubstanz zeigt eine Infiltra- tion in Form einer chronischen Entzündung. Einzelne Odonto- blastenzellen sind auf der Hartsubstanzoberfläche an einzel- nen Stellen feststellbar. Sonst zeigt die Pulpa eine starke Er- weiterung der Blutgefäße bis in die Wurzelkanalpartien hinein.	
13	10	+6	34	Die Pulpakammer ist an beiden Pulpahörnern eröffnet. Auf der Oberfläche der Pulpa hat sich eine Demarkation der in- fizierten Zonen durch eine bindegewebige Abkapselung ge- bildet, die aber zum Teil wieder durchbrochen worden ist. Einzelne Dentinsplitterchen sind in die Tiefe des Pulpa- gewebes einrotiert worden und sind von neugebildeter Hart- substanz umwachsen, so daß die einzelnen Zentren zu einer fast zusammenhängenden Hartsubstanz vereinigt worden sind, die bis in die Wurzelkanäle hineinreicht. Odontoblasten- zellen sind vereinzelt auf der Oberfläche der Hartsubstanz zu beobachten. Die Pulpa ist im ganzen chronisch entzündlich verändert im Pulpakavum, während in den tieferen Partien das Pulpa- gewebe ohne wesentliche Veränderung geblieben ist.	
14	10	-6	34	Die Perforationsstelle ist mit einem chronisch entzündlichen Gewebe abgeschlossen, doch ist die Demarkation nur teilweise vorhanden, so daß die chronische Entzündung bis weit ins Pulpakavum hineinreicht. Vereinzelte Herde von Hartsub-	

Proto- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
				stanz sind vorhanden, doch ist es nicht zu einer Hartsubstanz- abschließung der Perforationsstelle gekommen. Das Pulpagewebe im Wurzelkanal zeigt keine Veränderungen, hingegen sind die Gefäße im ganzen Pulpakavum und ganzen Wurzelkanal stark erweitert.	
27	11	6+	79	Die Pulpa zeigt die Perforation des Pulpakammerdaches un- gefähr in der Mitte des Pulpadaches. Um die Perforations- stelle herum ist eine entzündliche Infiltrationszone, die nach peripher bindegewebig abgegrenzt wird und an einzelnen Stellen Hartsubstanzinseln aufweist. Die Pulpa zeigt auch in Partien außerhalb der Abgrenzung entzündliche Verände- rungen. Starke Erweiterung der Blutgefäße, während das Pulpa- gewebe in den tieferen Partien von Entzündung frei ist.	
28	11	+6	79	Pulpahorn leicht angeschnitten, Perforationsstelle zum Teil mit einer atypischen Hartsubstanzbildung abgeschlossen, die vereinzelte Odontoblastenzellen auf der Oberfläche zeigt und kleine Dentinsplitterchen in sich einschließt. Die entzünd- liche Infiltration geht seitlich von der Hartschubstanz in die Tiefe des Pulpagewebes mit Tendenz zu bindegewebiger Ab- grenzung der entzündlichen Zone. Sonst ist das Pulpagewebe entzündungsfrei. Die Gefäße des Pulpagewebes sind stark erweitert. Im Wurzelkanal ebenfalls starke Erweiterung der Gefäße.	
9	12	6—	86	Die Perforationsstelle ist von einem mit Rundzellen durch- setzten Gewebe abgegrenzt. Darunter eine unregelmäßig ge- bildete irreguläre Hartschubstanzbildung, die die Perforations- stelle nicht vollständig abschließt. Das darunterliegende Pulpagewebe ist entzündungsfrei, etwas atrophisch, mit stark erweiterten Gefäßen durchsetzt. Odontoblasten-neubildung nicht vorhanden.	3 S. 30

2. Gruppe: Überkappungen zuerst mit Citronellol
und nachher mit Calxyl

Proto- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
15	11	+6	92	Die Pulpaoberfläche ist an 2 Stellen perforiert und durch eine Hartschubstanzbildung, die aus regulärem Dentin mit Dentin- kanälchen besteht, überdeckt. An einzelnen Stellen zeigt die Odontoblastenzellschicht eine leichte vakuolige Veränderung.	

Pro- to- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
				Unter der Hartschubstanz des einen Pulpahorns ist ein leichter Leukozytenaustritt zu beobachten, der aber lokalisiert ist. Das Pulpagewebe ist im ganzen normal, die Gefäße sind etwas erweitert, keine entzündlichen Veränderungen.	
19	13	6+	83	Pulpakammerdach zentral perforiert. An der Pulpawunde zeigt sich eine leicht nekrobiotische, mit Rundzellen durchsetzte Gewebszone. Darunter ein Pulpagewebe, das mit einzelnen Hartschubstanzinseln durchsetzt und ohne Entzündung ist. Die ganze Perforationsbreite ist mit einer ausgedehnten, das ganze Pulpakavum ausfüllenden und bis zum Pulpakammerboden reichenden Hartschubstanzbildung abgeschlossen, die auf der Oberfläche eine deutliche Schicht von Odontoblastenzellen aufweist. Im Innern der Hartschubstanz sind einige Dentinsplitter, Gefäße und Zellen eingeschlossen. Die Pulpa ist entzündungsfrei, die Gefäße sind ziemlich stark erweitert, sonst o. B.	4 S. 31
16	11	—6	92	Pulpakammer an der Perforationsstelle mit einer gleichmäßigen, sehr dicken Dentinschicht überdeckt. Darunter ein stark chronisch-entzündlich verändertes Pulpagewebe mit vereinzelten eitrig einschmelzenden Vereiterungsherden. In Pulpakammer ausgedehnte, unregelmäßig gestaltete, auf der Oberfläche mit Odontoblastenzellen umsäumte Hartschubstanzbildung, die zum Teil mit dem Pulpakammerboden in Verbindung getreten ist. Pulpagewebe zeigt ziemlich stark erweiterte Blutgefäße, namentlich auch im Wurzelkanalgebiet mit vereinzelt Hartschubstanzgebilden im Gewebe. Resultat negativ.	5 und 6 S. 32
20	13	6—	83	Pulpakammer relativ klein und eine größere Partie mit dem Bohrer eröffnet. Die Perforationsstelle durch eine Hartschubstanz mit relativ geringer Dicke überdeckt. Pulpagewebe direkt unter der Hartschubstanz mit wenig Leukozyten durchsetzt. Eine unregelmäßige Hartschubstanz füllt beinahe die Pulpakammer aus. Pulpagefäße ziemlich stark erweitert, Odontoblasten zum Teil verschwunden. Pulpagewebe mit Bindegewebsfibrillen durchsetzt.	
21	12	+6	83	Die relativ kleine Eröffnungsstelle der Pulpa ist mit einer Dentindecke überdeckt. Unter dieser ist eine Schicht zum Teil vakuolisierter Odontoblastenzellen zu beobachten, deren Fasern zum Teil in dem Dentin eingeschlossen sind. Das Pulpagewebe zeigt eine ausgesprochene retikuläre Atrophie und enthält selbst nur vereinzelte Leukozyten. Die Gefäße sind im ganzen Pulpagewebe etwas erweitert.	

Pro- to- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
22	12	—6	83	Pulpahorn nur ganz leicht angeschnitten. An der Perforationsstelle ist ein rundzellenhaltiges Gewebe, das durch eine dünne Hartschubstanzbarriere gegen das Pulpagewebe abgeschlossen ist. Die Pulpa selbst ist stark atrophisch degeneriert, zeigt keine Rundzelleninfiltration, hingegen sind die Odontoblastenzellen in verschiedenen Partien vakuolig. Gefäße der Pulpa ziemlich stark erweitert. Präparat durch Dentikel, die zu wenig entkalkt waren, zum Teil zerrissen.	
23	10	+6	86	Die geringe Verletzung der Pulpaoberfläche im Pulpahorn hat zu einer Neubildung von Dentin geführt, die durch neugebildete Odontoblasten erfolgt ist. In der neugebildeten Substanz sind die Dentinkanälchen deutlich zu erkennen. Das Pulpagewebe ist frei von Infiltration. Gefäße ziemlich stark erweitert, sonst Pulpagewebe normal.	7 S. 33
24	10	—6	86	Pulpahorn, das eröffnet wurde, ist mit irregulärer Hartschubstanz bis gegen den Pulpakammerboden und bis gegen den Wurzelkanaleingang ausgefüllt. An der Oberfläche befinden sich Odontoblastenzellen, die Dentin gebildet haben. In die Hartschubstanz eingeschlossen ein mit Leukozyten und mit Plasmazellen durchsetztes Gewebe. Sonst ist das Pulpagewebe von Infiltration frei. Die Gefäße sind stark erweitert. Vereinzelte Rundzellen um die Hartschubstanz herum im Pulpagewebe sichtbar.	
25	12	6+	93	Pulpakavum breit eröffnet, Perforationsstelle mit einem stark entzündeten, multiple Abszesse aufweisenden Pulpagewebe ausgefüllt. Darunter eine Hartschubstanzbildung, die vom Pulpakammerboden ausgehend, in beide Wurzelkanäle hineinreicht. Es sind nur vereinzelt pyknotische Odontoblasten an wenigen Stellen der Hartschubstanz sichtbar. Das gegen den Wurzelkanal zu gelegene Pulpagewebe ist ebenfalls entzündlich verändert. Die Gefäße im Pulpagewebe sind stark erweitert. Pulpagewebe leicht atrophisch.	
26	12	6—	93	Perforationsstelle durch Dentin abgeschlossen. Darunter ein ausgedehnter Entzündungsprozeß, der fast die ganze Pulpakammer umfaßt, mit einigen Demarkationsbestrebungen der Pulpa den Herd einzuschließen. Entzündung aber bereits gegen die Wurzelpulpa vorgedrungen. Sehr stark erweiterte Blutgefäße. Sonst Pulpagewebe im Wurzelkanal noch unverändert.	

3. Gruppe; Überkappungen mit Calxyl

Pro- to- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
29	10	+6	86	Perforationsstelle, etwas schräg gegen das Pulpahorn verlaufend, zeigt noch primäres Dentin zuoberst, dann folgt der Perforationskanal. Anschließend sind eine Schicht verkalktes Pulpagewebe und Calxylreste vorhanden. Darunter folgen eine Dentin- und Prädentinschicht mit anschließender Odontoblastenzone, die zum Teil von der Verkalkung durch einen künstlichen Hohlraum separiert ist. Pulpagewebe leicht atrophisch, ohne Entzündung.	
30	10	—6	86	Perforationsstelle in Pulpakammerdecke breit eröffnet und bis Pulpakammerboden reichend. Auf der einen Seite ist die Pulpakammer durch eine Scheidewand von neugebildetem Dentin abgeschlossen, während gegen den Wurzelkanaleingang zu eine neue Dentinbildung den Eingang zum Wurzelkanal abschließt. Pulpagewebe unverändert.	
31	10	6+	83	Perforationsstelle durch neugebildetes Dentin mit deutlichen Dentinkanälchen verschlossen und neugebildete Odontoblastenzellschicht erkennbar. Keine Rundzelleninfiltration, Etwas erweiterte Blutgefäße; sonst Pulpa normal.	
32	10	6—	83	Pulpa breit eröffnet. Pulpawunde mit einer neugebildeten, gleichmäßigen Dentinschicht überdeckt, die durch eine schöne Odontoblastenzellschicht begrenzt ist. Pulpagewebe ohne Infiltration. Gefäße ziemlich gleichmäßig erweitert, sonst Pulpa normal.	
35	11	+6	90	Pulpahorn ziemlich breit eröffnet, zeigt zuoberst Calxylschicht, dann mit Calxylimprägnierte Fasermassen. Darunter das verkalkte Dentin, anschließend Prädentin und eine gleichmäßige Odontoblastenzellschicht. Mit Ausnahme von einigen erweiterten Gefäßen zeigt die Pulpa einen normalen Befund.	8 S. 33
38	11	—6	83	Perforationsstelle im Pulpahorn ist mit einer gleichmäßigen, homogenen Dentinschicht abgeschlossen, an die anschließend die Odontoblastenzellschicht deutlich sichtbar ist. Die Pulpa zeigt keine Rundzelleninfiltration, eine Erweiterung der Gefäße, sonst normaler Befund.	
36	12	6+	83	Pulpakammerdecke in ganzer Ausdehnung abgetragen. Die Pulpa ist mit einer gleichmäßigen, mit Dentinkanälchen durchsetzten Dentinschicht überdeckt. Auch Prädentin und gleichmäßige Odontoblastenzellschicht sichtbar. Pulpagewebe ohne Infiltration. Gefäße leicht erweitert, sonst Pulpa ohne Veränderung.	9 und 10 S. 34

Proto- koll Nr.	Al- ter	Zahn	Dauer der Über- kap- pung Tage	Histologischer Befund	Mikro- photo Abb. Nr.
37	12	6—	27	Pulpakammer breit eröffnet. Eine neue Hartsubstanzbildung auf Pulpaoberfläche ist vorhanden, hingegen sind die Dentinkanälchen und Odontoblastenzellen nur teilweise vorhanden. Das Pulpagewebe zeigt eine ausgesprochene Atrophie, vereinzelte Rundzellen im Gewebe und Erweiterung der Blutgefäße. Sonst ist das Pulpagewebe ohne Veränderung.	
39	11	6+	83	Pulpa an einem Pulpahorn eröffnet. Die Perforationsstelle ist mit einer gleichmäßigen Schicht von Dentin überdeckt, an welche die neugebildete Odontoblastenzellschicht eng anschließt. Das Pulpagewebe selbst ist entzündungsfrei, nur leichte Gefäßerweiterung, sonst Pulpa ohne Befund.	
40	11	6—	83	Pulpa, durch die Perforationsöffnung bis in die Nähe des Pulpakammerbodens auf der einen Seite der Pulpakammer entfernt. Über der Pulpa-Wunde hat sich eine gleichmäßige homogene Dentinschicht unter einer Schicht von verkalktem und calxyldurchsetztem Pulpagewebe gebildet. Die Odontoblastenzellschicht ist sehr regelmäßig und gleichmäßig ausgebildet und hat gegen die Pulpakammer zu eine Verbindung der neugebildeten Hartschubstanz mit dem Pulpakammerboden erreicht. Die Dentindecke überdeckt auf der einen Seite das in der Pulpakammer befindliche Pulpagewebe vollständig bis zum Boden der Pulpakammer. Auf der andern Seite, wo das Pulpagewebe bis zum Wurzelkanaleingang entfernt war, hat das neugebildete Dentin den Wurzelkanaleingang mit dem Pulpakammerboden abgeschlossen. Pulpa zeigt eine mäßige Gefäßerweiterung, sonst keine pathologischen Veränderungen.	11 und 12 S. 35

Beim Vergleich der drei Gruppen, welche der histologischen Untersuchung unterworfen wurden, ergeben sich auffallende Unterschiede im Verhalten des Pulpagewebes.

Die erste Gruppe, welche die Behandlung von 12 gesunden Zähnen nach der Eröffnung der Pulpa unter sterilen Bedingungen mit Citronellol umfaßt, zeigt nach einer Beobachtungsdauer von 34—93 Tagen, daß eine einzige Pulpa entzündungsfrei geblieben ist, während alle anderen Fälle (11) eine chronische Entzündung des Pulpagewebes aufwiesen, welche durch abgekapselte Abszesse auf der Oberfläche der Pulpa und weitreichende chronische Entzündung des Pulpagewebes bis gegen die Wurzelpulpa hin charakterisiert war.

In einzelnen Fällen konnten trotz der Entzündung die Bildung von Reizdentin und kleinen Inseln von irregulärer Hartschubstanz im Pulpagewebe beobachtet werden, in einem Fall war eine irreguläre Hartschubstanzbildung mit Abschluß der Per-

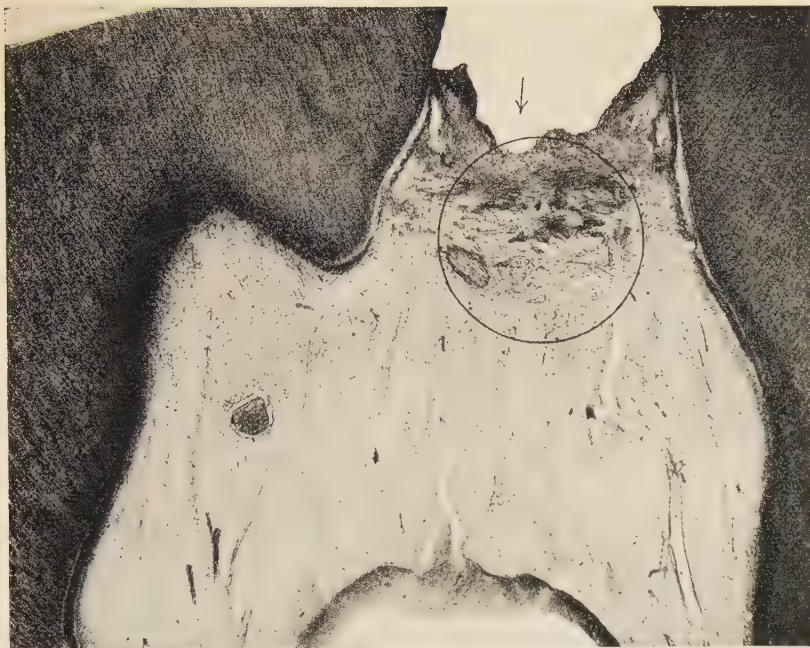


Abb. 1. Protokoll Nr. 1: + 4; 91 Tage; Überkappung mit Citronellol. An Pulpaoberfläche und Pulpahorn leichte Rundzelleninfiltration, die auf die Oberfläche beschränkt bleibt. Reizdentinbildung beidseitig an der Pulpa-kammerwandung. Tiefer im Pulpagewebe vereinzelte Inseln von Hartschubstanz. Pulpa leicht atrophisch, sonst gut erhalten

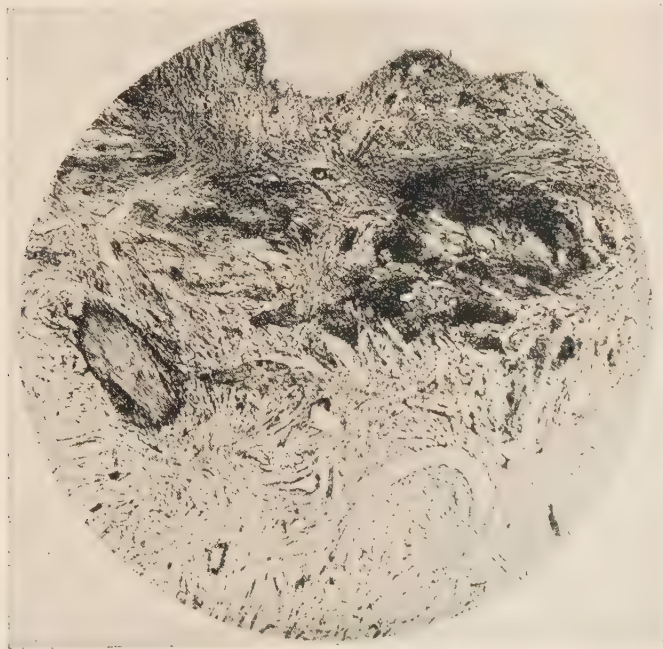


Abb. 2. Vergrößerung von Abb. 1. Leichte Rundzelleninfiltration an Oberfläche gut sichtbar. Die Hartschubstanzinseln sind von neugebildeten Odontoblastenzellen umgeben

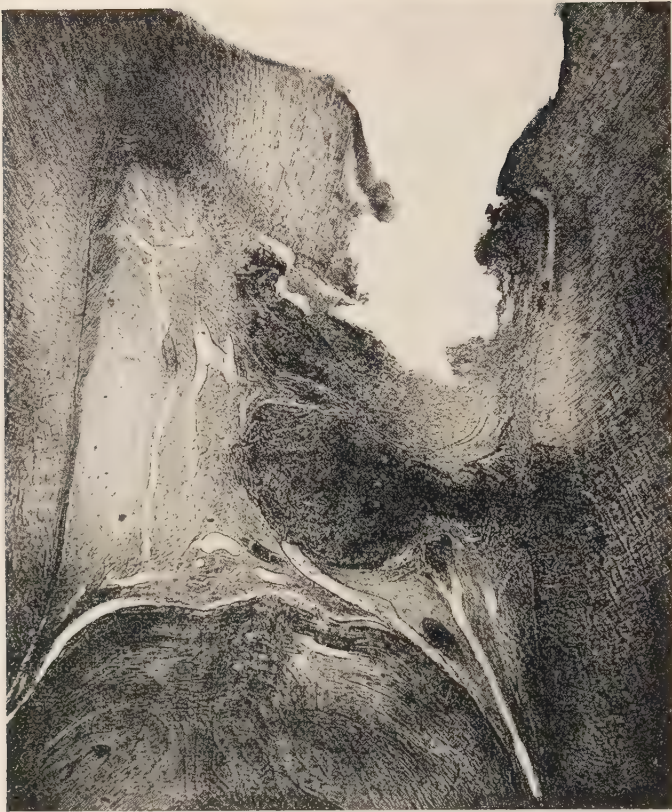


Abb.3. Protokoll Nr.9; 6—; 86 Tage; Überkappung mit Citronellol. In der Perforationsstelle rundzellendurchsetztes Gewebe, darunter unregelmäßige, irreguläre Hartschubstanzbildung. Pulpagewebe entzündungsfrei, etwa atrophisch. Stark erweiterte Gefäße, keine Odontoblastenneubildung

forationsstelle zu sehen. Im ganzen ist aber das Resultat der Citronellolbehandlung ein negatives, indem über 90% der untersuchten Pulpen einen chronisch entzündlichen Zustand zeigten.

Die zweite Gruppe, welche die Behandlung von 10 Fällen von gesunden Pulpen nach der Eröffnung unter sterilen Bedingungen zuerst mit Citronellol für 38—45 Tage und darauffolgend mit Calxylüberdeckung während 41—55 Tagen umfaßt, zeigt bereits bessere Resultate. Von den 10 Fällen waren 2 entzündungsfrei und 8 zeigten leichte entzündliche Infiltration um die Perforationsstelle.

In 8 Fällen war an der Perforationsstelle eine Dentinbildung zu sehen mit Odontoblastenneubildung, in 2 Fällen war eine irreguläre Hartschubstanzbildung feststellbar. Die Dentinbildung führte in den 8 Fällen zum Verschluß der Perforationsstelle, aber das Pulpagewebe unter der Perforationsstelle war leicht entzündet. Es waren in dieser Gruppe 2 Fälle = 20% ausgeheilt, während 8 Fälle einen Hartschubstanzverschluß der Perforationsstelle mit entzündlicher Infiltration zeigten = 80% negative Resultate.

Die dritte Gruppe, welche die Behandlung von 10 Fällen von gesunden Pulpen nach Eröffnung derselben unter sterilen Bedingungen und Überdeckung



Abb. 4. Protokoll Nr. 19; 6 +; 83 Tage; Überkappung 42 Tage mit Citronellol, dann 41 Tage mit Calxyl. Leicht nekrobiotische, mit Rundzellen durchsetzte Gewebszone. Ausgedehnte, bis zum Pulpakammerboden reichende Hartsubstanzbildung mit deutlicher Schicht von Odontoblasten. Im Innern der Hartschicht Dentinsplitter, Gefäße und Zellen. Gefäße ziemlich stark erweitert

der Pulpawunde mit Calxyl während einer Beobachtungsdauer von 27–90 Tagen umfaßte, ergab sehr gute Resultate. Von den 10 Pulpen waren bei der histologischen Nachkontrolle 9 vollständig gesund ohne entzündliche Erscheinungen. Die Perforationsstelle war in allen Fällen mit einer gut ausgebildeten Dentinschicht überdeckt, darunter eine Prädentinschicht mit einer Lage gut ausgebildeter Odontoblastenzellen. In einzelnen Fällen, wo die Verletzung der Pulpa bis zum Pulpakammerboden reichte, war die Dentinbildung in der Pulpakammer und am Eingang des Wurzelkanals deutlich zu beobachten.

Ein einziger Fall wurde irrtümlicherweise wegen angeblicher Schmerzen frühzeitig extrahiert, zeigte aber bei der histologischen Untersuchung nur vereinzelte Rundzellen unter der Hartschichtbildung. Im ganzen sind 90% gute Resultate in dieser Gruppe vorhanden, was mit den bisher durchgeführten Untersuchungen anderer Autoren übereinstimmt.

Calxyl 10 Fälle + 2 Paraffin.

Von 10 mit Calxyl behandelten Pulpen waren 9 vollständig gesund = 90%.

Citronellol + Calxyl 10 Fälle + 2 Paraffin.

Von 10 Fällen waren 8 entzündet, 2 entzündungsfrei = 20% gesund.

Dentinbildung mit Odontoblastenbildung: 7 = 70%,

Hartschicht ohne Odontoblastenbildung: 3 = 30%

Citronellol allein: 12 Fälle + 4 Paraffin = 10% gesund.



Abb. 5. Protokoll Nr. 16; — 6; 92 Tage; Überkappung 45 Tage mit Citronellol, dann 47 Tage mit Calxyl. Perforationsstelle mit einer gleichmäßigen Dentinschicht fast vollständig abgeschlossen, Pulpagewebe mit vereinzelten Vereiterungsherden. Im Kavum ausgedehnte, unregelmäßig gestaltete Hartsubstanzbildung. Auch im Wurzelkanalgebiet ziemlich stark erweiterte Blutgefäße

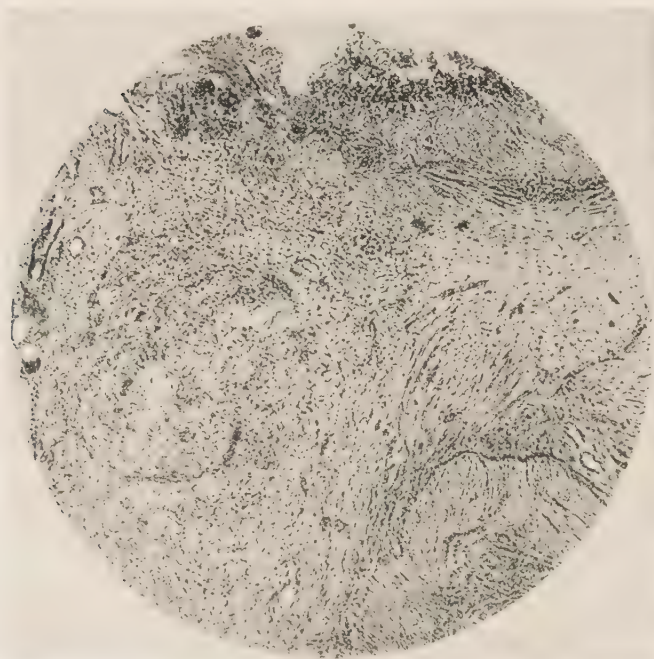


Abb. 6. Vergrößerung von Abb. 5. Stark chronisch-entzündlich verändertes Pulpagewebe mit eitrig einschmelzendem Vereiterungsherd



Abb.7. Protokoll Nr.23; + 6; 86 Tage; Überkappung 38 Tage mit Citronellol, dann 48 Tage mit Calxyl. Die geringe Verletzung der Pulpaoberfläche durch Dentinneubildung abgeschlossen, Dentinkanälchen gut sichtbar, ebenfalls die neugebildeten Odontoblasten. Pulpagewebe entzündungsfrei, Gefäße ziemlich stark erweitert

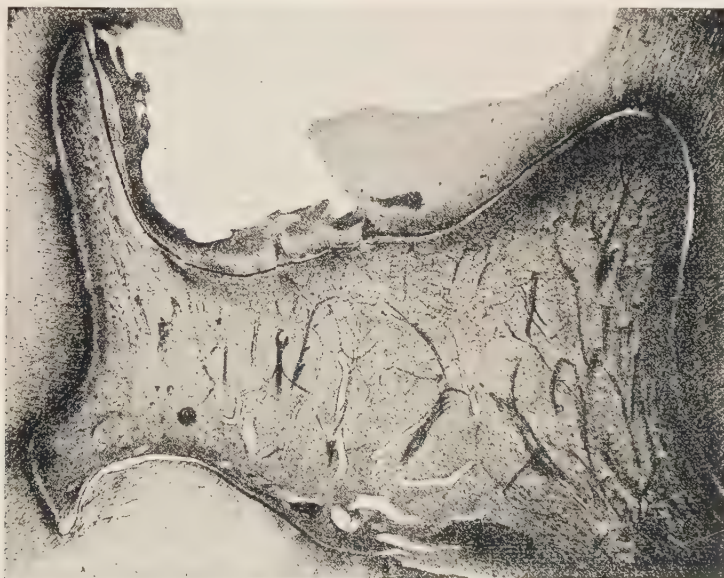


Abb.8. Protokoll Nr.35; + 6; 90 Tage; Überkappung mit Calxyl. Zuerst Calxylschicht, dann mit Calxyl imprägnierte Fasermassen, verkalktes Dentin, Prädentin und gleichmäßige Odontoblastenzellschicht. Einige erweiterte Gefäße. Sonst normaler Befund

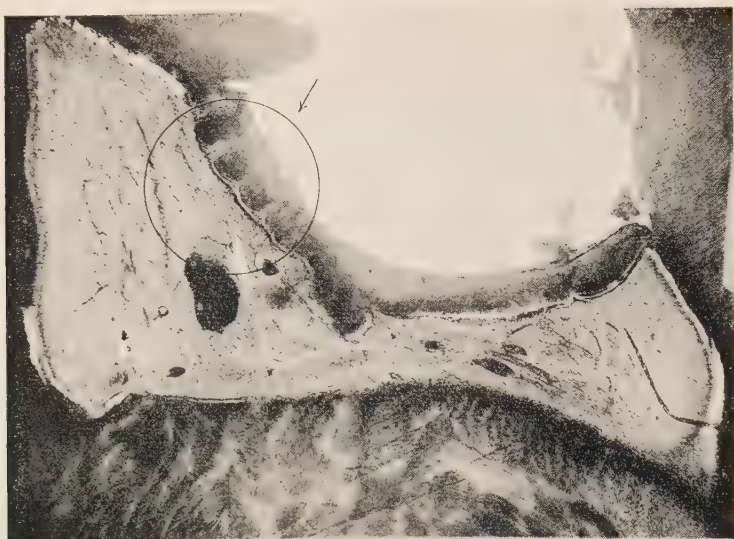


Abb. 9. Protokoll Nr. 36; 6 +; 83 Tage; Überkappung mit Calxyl. Fast ganze Pulpakammerdecke abgetragen. Perforationsstelle mit einer gleichmäßigen, mit Dentinkanälen durchsetzten Dentinschicht abgeschlossen. Pulpagewebe ohne Infiltration. Gefäße leicht erweitert



Abb. 10. Vergrößerung von Abb. 9. Gleichmäßige Dentinneubildung, Dentinkanälen gut sichtbar, ebenso die gleichmäßige neugebildete Odontoblastenzellschicht. Pulpa ohne Veränderung

Abb. 11. Protokoll Nr. 40; 6 —; 83 Tage; Überkappung mit Calxyl. Pulpa auf der einen Seite bis auf den Pulpakammerboden entfernt. Die Dentindecke überdeckt auf der einen Seite das in der Pulpakammer befindliche Pulpagewebe vollständig. Auf der anderen Seite hat das neugebildete Dentin den Wurzelkanaleingang abgeschlossen. Gleichmäßige homogene Dentinschicht unter einer Schicht von calxyldurchsetztem Gewebe. Die Odontoblastenzellschicht ist sehr gleichmäßig ausgebildet. Mäßige Gefäßerweiterung, sonst ohne Befund

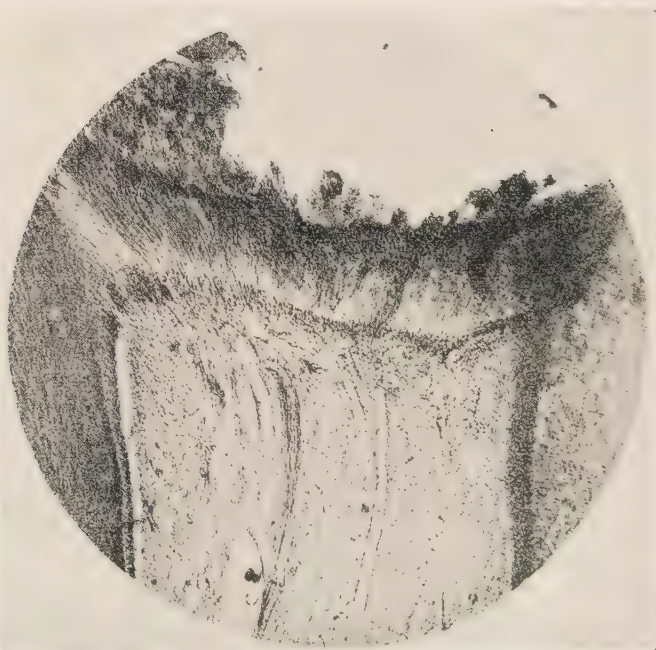
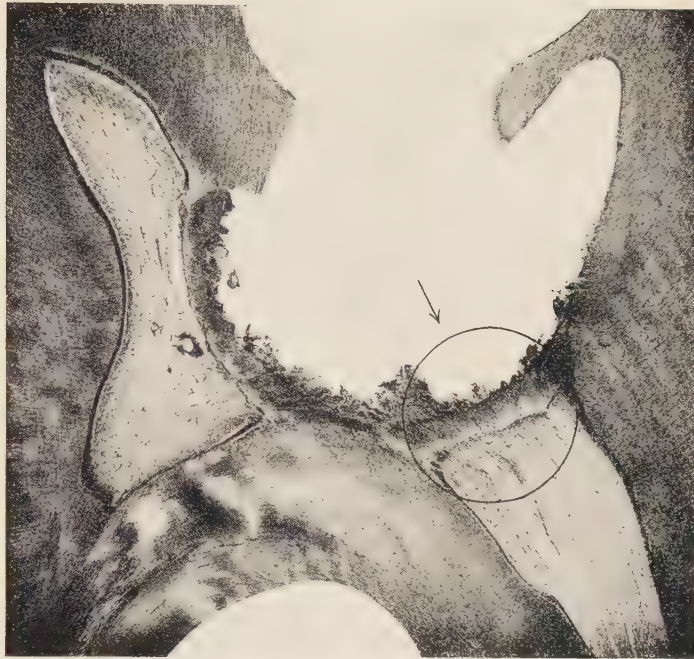


Abb. 12. Vergrößerung von Abb. 11. Verkalktes und calxyldurchsetztes Gewebe; darunter bedeckt eine schön ausgeprägte, mit gleichmäßigen Dentinkanälchen durchsetzte Dentinschicht die Wurzelpulpa. Odontoblastenzellschicht sehr regelmäßig. Das Pulpagewebe ohne Veränderungen, Gefäße mäßig erweitert

D. Ergebnisse

1. Im geschichtlichen Teil dieser Arbeit werden die Resultate der bisherigen Untersuchungen über die direkte Pulpaüberkappung bei Anwendung verschiedener Wundverbandmittel beschrieben.

2. Die Zusammensetzung und Wirkung des Citronellols von Bernard und des Calxyls werden dargelegt.

3. Um die Wirkung des Citronellols bei der Pulpaüberkappung festzustellen, wurden 40 Zähne in drei Gruppen unter sterilen Bedingungen einer Pulpafreilegung unterworfen und nach Überdeckung mit Citronellol allein (1. Gruppe), nach Überdeckung mit Citronellol mit einer Beobachtungszeit von 38–45 Tagen und anschließend mit Calxyl während 41–45 Tagen (2. Gruppe) und vergleichsweise mit Calxyl allein überdeckt (3. Gruppe).

4. Die klinischen Untersuchungen dieser behandelten Zähne ergaben nach einer Beobachtungszeit von 34–93 Tagen in 97,5% gute Resultate.

5. Die histologischen Nachuntersuchungen dagegen ergaben für die erste Gruppe mit Überdeckung mit Citronellol nach einer Beobachtungszeit von 34 bis 93 Tagen in 90% der Fälle eine chronische Entzündung des Pulpagewebes mit zum Teil abgekapselten Abszessen im Pulpakavum. Die zweite Gruppe mit Überdeckung durch Citronellol während 38–45 Tagen und darauffolgender Überdeckung der Pulpa mit Calxyl während 41–45 Tagen ergab in 80% entzündliche Veränderungen der Pulpa, jedoch war im Gegensatz zur ersten Gruppe in 80% eine Überdeckung der Pulpa mit Dentin oder irregulärer Hartschubstanz über der leicht entzündeten Pulpa feststellbar.

In der dritten Gruppe mit Überdeckung der Pulpawunde durch Calxyl zeigte die histologische Untersuchung nach einer Beobachtungsdauer von 27–90 Tagen in 90% eine völlig entzündungsfreie Pulpa und einen vollständigen Abschluß der Pulpawunde durch gut ausgebildetes Dentin. Ein einziger Fall zeigte eine oberflächliche geringfügige Rundzelleninfiltration.

6. Die klinischen Resultate sind mit den histologischen nicht übereinstimmend, und bei Verwendung von experimentell nicht geprüften Überdeckungsmitteln ist eine klinische Nachkontrolle nach Ablauf einiger Monate unerlässlich.

7. Die bisherigen guten Resultate der Pulpaüberkappung mit Calxyl, wie sie durch zahlreiche Arbeiten festgestellt wurden, können durch unsere Untersuchungen bestätigt werden, dagegen ist die Methode von Bernard mit Überdeckung durch Citronellol abzulehnen.

Literatur

- Berger, P., Über Vitalamputation mit Sero-Calcium, Med. Diss. Basel 1944. — Bernard, P., Etude sur la thérapeutique de la plaie dentaire, L'Odontologie 1939, Nr. 4. — Busto del Antonio (Gijón), Un medicamento para conservar la Vitalidad de la Pulpa, Esp. Odont. 1942, H. 9. — Csernyei, Untersuchungen über die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Zahnpulpa, p_H -Konzentration der Pulpa unter pathologischen Verhältnissen, Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1933. — Daetwyler, Klinische und histologische Untersuchungen über einige Pulpaüberkappungsmethoden, Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1921, H. 4. — Davis Clyde, W., Die Verurteilung der Pulpadavitalisation, Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1935, H. 4. — Feldmann, Die reparativen Fähigkeiten der Pulpa, Z. Stomat. 1933; Die plastischen Fähigkeiten der Pulpa, Z. Stomat. 1934. — Fenner, Spätresultate der Einwirkung des Calxyls bei der direkten Pulpaüberkappung und bei der Vitalamputation der Pulpa, Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1944. — Fischer, G., Biologische Grundlagen zur Wurzelbehandlung, Z. Stomat. 1932. — Frederikson, G., Direkte pulpaöverkapping med a „Calxyl“, Norsk Tandlaegefor. Tid. 1939. — Greth, H., Die Diagnostik der Pulpitis acuta partialis serosa und ihre Bedeutung für die biologischen Amputationsverfahren, Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1936; Über

Fortschritte in der Methode der Pulpaerhaltung. Zbl. ges. Zahnheilk. 1940 — Greve, Zum Kapitel biologische Wurzelfüllung. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1936. — Gröschel, W., Pulpa- und Wurzelbehandlungsmethoden an bleibenden Zähnen vor Abschluß des Wurzelwachstums. Sammlung Meusser 1937; Entwicklung und derzeitiger Stand der Vitalamputation der Pulpa. Dtsch. zahnärztl. Ztg 1938. — Hager, Handbuch der pharmazeutischen Praxis, Auflage 1919. — Hattayasy, Biologische Arbeitsweise am lebenden Dentin. Asepsis u. Wurzelbehandlung vom medizinischen Standpunkt aus. Z. Stomat. 1939. — Hellner, Die reparativen Fähigkeiten der Pulpa. Z. Stomat. 1933. — Hermann, B., Fähigkeiten des festen Hartgewebes des Zahnes bei Anwendung der Calxylmethode. Z. R. 1940; Biologische Wurzelbehandlung; 25 Jahre Forschungen, Vergleiche und Ergebnisse. Frankfurt a. M. 1936; Der desinfektorische Wert des Calxyl. Z. R. 1935; Calciumhydroxyd als Mittel zum Behandeln und Füllen von Wurzelkanälen. Med. Diss. Würzburg 1920; Dentinobliteration der Wurzelkanäle nach Behandlung mit Calcium. Z. R. 1930. — Hess, W., Über die reparativen Fähigkeiten der verletzten gesunden Pulpa. Z. Stomat. 1937; Die Pulpaüberkappung, die Vitalamputation und die Mortalamputation als Faktoren der Prophylaxe der dentalen Herdinfection. Z. R. 1938; Die Behandlung der lebenden Pulpa. Normale und Pathohistologie. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1941. — Hoffmann, M., Die Vitalamputation mit Calxyl bei entzündeten Pulpen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1939. — Hofmann, F., Die direkte Pulpaüberkappung nach der Dentinsplittmethode. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1937. — Kaegi, H., Über die Wirkung des Endoxyls bei Pulpaüberkappungen und Vitalamputationen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1947. — Kunder, H., Reparativen Fähigkeiten der Pulpa bei Vitalamputation mit Calxyl. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1937. — Marmasse, M. A., Cicatrisation neodentinaire de la plaie pulpaire. Observations cliniques. Rev. odont. 1942. — Müller, H., Verletzungen der Pulpa und Überkappung mit Elfenbein. Z. Stomat. 1938. — Müller, O., Über das Elfenbein als Wurzelfüllung und zur Bedeckung der freigelegten Pulpa. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1938; Verletzungen der Pulpa und Überkappung mit Elfenbein. Z. Stomat. 1938; Wurzelfüllung in Zähnen mit vitaler Pulpa. Fortschr. Zahnheilk. 1933. — Müller, P., Die Vitalamputation der Pulpa mit Calxyl. Z. Stomat. 1938. — Münch, J., Über die Vorgänge bei der Kalkeinlagerung der Pulpa. Zahnärztl. Rdsch. 1932. — Neuwirth, Die reparativen Fähigkeiten der Pulpa. Z. Stomat. 1933. — Orban, B., Pulpaüberkappungsversuche. Z. Zahnheilk. 1932. — Pajarola, W. T., Die Überkappung gesunder und infizierter Pulpen mit Calxyl. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1940. — Palazzi, S., Experimentelle Untersuchungen über das Problem der Heilungsvorgänge in der blößgelegten gesunden Pulpa. Z. Stomat. 1927. — Peter, E., Vitalamputation der Milchmolaren mit Calxyl. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1944. — Pharmakopoea Helvetica V und Kommentar. — Rebel, Über die Aushellung der freigelegten Pulpa. DZiV 1920; Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, Band IV. 1947. — Rohner, A., Calxyl als Wurzelfüllungsmaterial nach Pulpaexstirpation. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1940. — Roth, Über die Vitalamputation unter Anwendung von Calxyl. Z. Stomat. 1940. — Roy, Coiffage de la pulpe. L'Odontologie 1936. — Saito, Direkte Pulpaüberkappung mit Dentinsplitttern. Z. d. jap. Gesellschaft Stomat. 1938. — Scheffer, H., Experimentelle Untersuchungen über die reparativen Fähigkeiten der Zahnpulpa unter Berücksichtigung von Calxyl und Vitalüberkappungen. Med. Diss. Berlin 1939. — Schröder, W., Beitrag zur biologischen Wurzelbehandlung unter besonderer Berücksichtigung des Calxyls. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1937. — Seidemann, Über Pulpaüberkappung. Med. Diss. Leipzig 1935. — Studer, Die direkte Überkappung mit Elfenbein an der verletzten Pulpa. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1941. — Sutter, P., Untersuchungen über die Verankerungsmöglichkeiten von Metalleinlagen, partiellen und totalen Kronen sowie von Brücken bei Vitalamputation der Pulpa mit Calxyl. Med. Diss. Basel 1944. — Tietze, H., Welchen Wert hat die Berücksichtigung der Wasserstoffionenkonzentration bei der Herstellung von Wurzel- und Amputationspasten? Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1935. — Walkhoff, Die Technik der Pulpaüberkappung. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1887. — Willner, Biologische Wurzelbehandlungsmethoden bei Lebenderhaltung der Pulpa. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1935. — Zajfe, Über die chirurgische Pulpaamputation. Med. Diss. Basel 1936. — Zander, A. H., Reaction of the pulp to calcium hydroxyde. J. dent. Res. 1940. — Zeltner, P., Die Vitalamputation der Pulpa unter Bedeckung der Wurzelpulpa mit Elfenbein. Z. Stomat. 1938.

CURRICULUM VITAE

Am 13. Januar 1920 wurde ich in Brugg geboren und besuchte hier die Gemeinde- und Bezirksschule. Nach einem einjährigen Welschlandaufenthalt in einer Handelsschule trat ich ins Gymnasium in Schiers ein, an welchem ich im Frühling 1941 die Maturitätsprüfung ablegte. Meine sämtlichen Studien absolvierte ich an der Universität Zürich, wo ich im Herbst 1946 die eidgenössische Fachprüfung für Zahnärzte bestand. Seither bin ich als Assistent an der konservierenden Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Universität Zürich tätig.

Auch an dieser Stelle sei mir gestattet, meinem
hochverehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr. med. W. Hess,

für die geistige Anregung und stete Hilfe bei
der Ausführung der vorliegenden Arbeit meinen
aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Ebenso möchte ich der Schulzahnklinik Bühl für
die Überweisung der jungen Patienten danken.

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	5
II. Geschichtlicher Teil	6
III. Eigene Untersuchungen	15
A. Überkappungsmittel	15
1. Citronellol	15
2. Calxyl	16
B. Klinische Untersuchungen	18
1. Materialbeschaffung	18
2. Methodik der Pulpaüberkappung	18
3. Klinische Resultate	19
C. Histologische Untersuchungen	21
1. Materialbeschaffung	21
2. Histologische Technik	21
3. Resultate der histologischen Untersuchungen	21
D. Ergebnisse	36
Literaturverzeichnis	36